



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**Leonardo Pinheiro Alves**

**Análise das Unidades de Paisagem da Microbacia do Igarapé Moura, Município de Castanhal (PA): subsídios para o planejamento/ordenamento territorial**

BELÉM/PA

2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**Leonardo Pinheiro Alves**

**Análise das Unidades de Paisagem da Microbacia do Igarapé Moura, Município de Castanhal (PA): subsídios para o planejamento/ordenamento territorial**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Pará, para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carmena Ferreira de França.

Área de Concentração: Gestão dos Recursos Naturais e Meio Ambiente.

BELÉM/PA

2013

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca de Pós-Graduação do IFCH/UFPA, Belém-PA)**

---

**Alves, Leonardo Pinheiro**

Análise das Unidades de Paisagens da Microbacia do Igarapé Moura, município de Castanhal (PA) / Leonardo Pinheiro Alves. - 2013.

Orientador (a): Carmena Ferreira de França  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Belém, 2013.

1. Moura, Rio, Bacia (PA) - Geografia. 2. Bacias hidrográficas - Pará. 3. Paisagens - Pará. 4. Paisagens - Efeitos fisiológicos. I. Título.

***CDD - 22. ed. 918.115***

---

NOME: LEONARDO PINHEIRO ALVES

TÍTULO: ANÁLISE DAS UNIDADES DE PAISAGEM DA MICROBACIA DO IGARAPÉ MOURA, MUNICÍPIO DE CASTANHAL (PA): subsídios para o planejamento/ordenamento territorial

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal do Pará, para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

### **Banca Examinadora**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carmena Ferreira de França. (Orientadora – PP GEO/UFPA)

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Márcia Aparecida da Silva Pimentel (PP GEO/UFPA)

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr Gilberto de Miranda Rocha (PP GEO/NUMA/UFPA)

Assinatura: \_\_\_\_\_

*Dedico esse trabalho: ao meu Deus, pelo dom da vida e saúde; a minha esposa Cyntia pelo companheirismo; aos meus pais, Jorge e Silma, pela orientação para vida; ao meu irmão, Leandro, pela amizade e incentivo.*

## **Agradecimentos**

Agradeço às seguintes pessoas que colaboraram de forma fundamental e indescritível para a realização deste trabalho:

Ao meu Deus, pelo dom da vida e saúde. Além disso, antes mesmo da realização desse trabalho percebo que minha vida sempre foi conduzida por Ele.

Aos meus pais e irmão, Jorge, Silma e Leandro, pelo amor e paciência, principalmente nas horas em que tive que ficar ausente pelas atividades acadêmicas. Obrigado pelo apoio e dedicação.

À minha esposa, Cyntia Alves, pelo seu amor e companheirismo. Sua paciência nas horas de dificuldade e apoio em todos os sentidos fez dessa dissertação uma realidade.

À minha Cunhada Evelyn e aos familiares da minha esposa (Osvaldo e Nazaré Daltro, Fernando, Walter, Carol e Herbert e seus familiares), que passaram a fazer parte da minha família, e que são de fundamental importância para minha vida.

À Dr<sup>a</sup>. Carmena França pelo incentivo e conhecimento partilhado que foram de grande importância para o e aprendizado pessoal e a conclusão deste trabalho.

Aos professores, Dr<sup>a</sup>. Márcia Pimentel e Dr. Gilberto Rocha, pelo conhecimento transmitido, tanto nas aulas quanto na qualificação da dissertação.

Aos meus amigos da Igreja, João e Nazaré Barros e aos amigos do pequeno grupo, obrigada pela amizade de vocês e pelas orações que, sem dúvida, foram fundamentais para o meu enriquecimento físico, mental e espiritual. Agradeço também aos meus amigos da PRODEPA. E em especial agradeço ao Tiago Mesquita pela longa amizade, apoio e confiança. Também agradeço à Isabela e ao Carlos pela grande ajuda no trabalho de campo e ao Igor pela tradução do resumo.

Finalmente, agradeço a todos aqueles que de alguma maneira contribuíram, e por omissão não constam nesta lista e, também, peço desculpas.

*O desafio ambiental está no centro das contribuições do mundo moderno-colonial. Afinal, a ideia de progresso - e sua versão mais atual, desenvolvimento - é, rigorosamente, sinônimo de dominação da natureza! Portanto, aquilo que o ambientalismo apresentará como desafio é, exatamente, o que o projeto civilizatório, nas suas mais diferentes visões hegemônicas, acredita ser a solução: a ideia de dominação da natureza. O ambientalismo coloca-se diante da questão de que há limites para a dominação da natureza. Assim, além de um desafio técnico, estamos diante de um desafio político e, mesmo, civilizatório.*

*Carlos Walter Porto Gonçalves*

## Resumo

O presente trabalho analisou as unidades de paisagem da Microbacia Hidrográfica do Igarapé Moura no Município de Castanhal-PA, considerando a estrutura e a dinâmica face à capacidade de suporte às ações antrópicas, com o intuito de dar subsídios ao planejamento/ordenamento territorial da Microbacia. Para a realização de tal análise, optou-se pelo método de interpretação sistêmico, baseado na Teoria Geral dos Sistemas e na Teoria dos Sistemas Complexos/Dinâmicos. O roteiro de interpretação se deu a partir dos seguintes procedimentos operacionais: análise integrada dos aspectos fisiográficos da microbacia (geologia, unidades de relevo, hipsometria, declividade, pedologia e cobertura e uso solo); elaboração da cartografia de estrutura da paisagem (unidades de paisagem); análise da dinâmica das unidades de paisagens (cartografia multitemporal da cobertura vegetal e uso do solo a partir das imagens de satélite dos anos 1984, 1994 e 2010); delimitação das áreas de estabilidade/instabilidade do meio físico; identificação das áreas de aptidão agrícola para lavoura, pastagem e silvicultura, bem como as áreas inaptas ao uso agrícola; delimitação das áreas de incompatibilidade legal; e por fim elaboração da cartografia de uso indicado à capacidade de suporte. A partir da análise dos aspectos fisiográficos da microbacia foi possível delimitar seis unidades de paisagem: Geossistema dos Tabuleiros e Colinas com Atividades Produtivas, Geossistemas dos Tabuleiros e Colinas com Áreas Urbanizadas, Geossistemas dos Baixos Platôs com Atividades Produtivas, Geossistemas dos Baixos Platôs com Áreas Urbanizadas, Geossistema das Capoeiras sobre Colinas, Baixos Platôs e Tabuleiros e Geossistema das Florestas Ombrófilas Inundáveis em Planícies Aluviais. Do ponto de vista da instabilidade a Bacia apresenta, predominantemente, áreas com significativos índices de instabilidade, destacando os geossistemas que são caracterizados pela ação antrópica. Em contrapartida, as áreas que apresentam condições mais estáveis são caracterizadas pelas áreas onde é possível verificar um substrato vegetativo mais denso, localizadas no Geossistema das Capoeiras sobre Colinas, Tabuleiros e Baixos Platôs e no Geossistema das Florestas Ombrófilas Inundáveis em Planícies Aluviais. Na análise da aptidão agrícola das paisagens da Bacia Hidrográfica, constatou-se que sua maior porção possibilita a utilização de desenvolvimento tecnológico para fins de lavoura, pastagem plantada e silvicultura. Além dessas, verificou-se também áreas inaptas para o desenvolvimento de atividades agrícolas. Por fim, estabeleceu-se sete áreas de uso indicado de acordo com a capacidade de suporte das unidades paisagísticas da Bacia do Igarapé Moura: agropecuária com tecnologia, agropecuária mecanizada, área urbana, preservação, preservação prioritária, conservação/uso sustentável e recuperação prioritária. Portanto, a partir de tais análises constatou-se, uma necessidade de utilização de níveis técnico-científicos na produção agropecuária da Bacia, visando o melhoramento das formas de manejo das diferentes unidades de paisagem. Além disso, a necessidade de conservação da cobertura vegetal secundária a partir de técnicas que visem o desenvolvimento sustentável atrelado a manutenção da floresta, indispensável para o planejamento/ordenamento territorial dessa área.

**Palavras-chave:** unidades de paisagem, estabilidade/instabilidade do meio físico, incompatibilidade legal, uso indicado à capacidade de suporte, Microbacia Hidrográfica do Igarapé Moura.

## Abstract

This study analyzed the landscape units of the Igarapé Moura micro-basin in the Municipality of Castanhal-PA, considering the structure and dynamics owing to the ability to support anthropogenic actions in order to aid the basin's territorial planning. To carry out this analysis, we have chosen the systemic interpretation method, based on General Systems Theory and the Complex Dynamical Systems Theory. The interpretation script comes from the following operating procedures: an integrated analysis of the physiographic features of the watershed (geology, relief units, hypsometric, slope, soil conditions and ground cover and use), mapping of the landscape structure (landscape units); analysis of the dynamics of landscape units (multitemporal mapping of vegetation cover and land use from satellite images from 1984, 1994 and 2010); delimitation of areas of stability / instability of the physical environment, identifying capable areas for agricultural crops, pasture and forestry, as well as areas unsuitable for agricultural use; delimitation of areas of legal incompatibility, and finally preparing the mapping using the indicated capacity. Based on analysis of the physiographic features of the watershed, it was possible to identify six landscape units: Geosystem of Hills and Low Plateaus with Productive Activities, Geosystems of Low Plateaus and Hills With Urbanized Areas, Geosystems of Low Plateaus with Productive Activities, Geosystem of Low Plateaus with Urbanized Areas, Geosystem of the Capoeiras over Hills, Low Plateaus and Low Plateaus e Geosystem of the Flooded Rainforests in Floodplains. Looking through the instability, the Basin predominantly presents areas with significant levels of instability, especially geosystems that feature human deeds. In contrast, areas with more stable conditions are characterized by areas where it is possible to see a denser vegetative substrate, located in the Geosystem of the Capoeiras over Hills, Low Plateaus and Low Plateaus and in Geosystem of the Flooded Rainforests in Floodplains. In the analysis of agricultural suitability of the Basin's landscapes, it was found that its larger portion enables the use of technological development for farming, artificial grazing and forestry. In addition to these, there are also unsuitable areas for agricultural activities. Finally, it was established seven areas of recommended use in accordance with the support capacity of the landscape units of Igarapé Moura Basin: agricultural technology, mechanized agriculture, urban area, preservation, priority preservation, conservation/sustainable use and priority recovery. Therefore, from these analyzes, a need of using technical and scientific levels in agricultural production in the Basin was found, aimed at improving the management of different forms of landscape units and the need of preservation of secondary vegetation cover through techniques aimed at sustainable development linked to forest maintenance, essential for the territorial planning of this area.

Keywords: landscape units, stability / instability of the physical environment, legal incompatibility, indicated use for support capability, Igarapé Moura micro-basin.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esboço de uma definição teórica de geossistema .....	35
Figura 2 - Escala de vulnerabilidade ambiental.....	44
Figura 3 - Localização das bacias sedimentares e plataformas na região norte do Brasil que possuem exposições de depósitos miocênicos.....	56
Figura 4 - Perfil transversal A-A' da microbacia do Igarapé Moura, mostrando as unidades de relevo.....	64
Figura 5 - Perfil transversal M-M' da microbacia do Igarapé Moura, mostrando as unidades de relevo.....	64
Figura 6 - Perfil transversal B-B' da microbacia do Igarapé Moura, mostrando as unidades de relevo.....	65
Figura 7 - Esquema tridimensional da Bacia do Igarapé Moura.....	66
Figura 8 - Av. Magalhães Barata, uma das principais avenidas da área urbana de Castanhal pertencentes a Bacia do Igarapé Moura.....	74
Figura 9 - Distribuidora e comércio ao longo da Rodovia BR-316.....	74
Figura 10 - Atividades de comércio e serviços ao longo da BR-316.....	74
Figura 11 - Área residencial ao longo da Rodovia PA 136, expansão da malha urbana de Castanhal.....	74
Figura 12 - Mata aluvial.....	76
Figura 13 - Mata aluvial degradada.....	76
Figura 14 - Plantação de Dendê.....	77
Figura 15 - Plantação de Mamão.....	77
Figura 16 - Plantação de Dendê.....	77
Figura 17 - Plantação de Hortaliças.....	77
Figura 18 - Pasto limpo com presença de voçoroca.....	78
Figura 19 - Área com Pasto Sujo.....	78
Figura 20 - Área de Pasto limpo.....	78
Figura 21 - Área de Piscicultura.....	79
Figura 22 - Área de Reflorestamento.....	79
Figura 23 - Solo Exposto.....	79

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Localização da área de Estudo. ....	22
Mapa 2 - Unidades Lito-Estratigráficas da Bacia do Igarapé Moura, Castanhal-Pa. ....	59
Mapa 3 - Unidades de Relevo da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura, Castanhal-PA. ....	62
Mapa 4 - Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura, Castanhal-PA. ....	63
Mapa 5 - Declividade da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura, Castanhal-PA. ....	67
Mapa 6 - Tipos de solos da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura, Castanhal-PA. ...	71
Mapa 7 - Cobertura Vegetal e uso do solo da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura em 2010. ....	74
Mapa 8 - Cobertura Vegetal e uso do solo da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura em 2010. ....	76
Mapa 9 - Cobertura Vegetal e uso do solo da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura em 2010. ....	77
Mapa 10 - Cobertura vegetal e uso do solo da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura em 2010. ....	78
Mapa 11 - Cobertura vegetal e uso do solo da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura em 2010. ....	79
Mapa 12 - Unidades de Paisagem da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura .....	81
Mapa 13 - Cobertura Vegetal e uso do solo da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura em 1984. ....	88
Mapa 14 - Cobertura vegetal e uso do solo da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura em 1994. ....	90
Mapa 15 - Cobertura vegetal e uso do solo da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura em 2010. ....	93
Mapa 16 - Estabilidade/Instabilidade da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura.....	100
Mapa 17 - Aptidão Agrícola da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura .....	104
Mapa 18 - Compatibilidade/Incompatibilidade Legal da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura. ....	107
Mapa 19 - Uso Indicado à Capacidade de Suporte da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura. ....	112

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Declividade da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura.....	68
Gráfico 2 - Porcentagem dos tipos de solos presentes na Microbacia Hidrográfica do Igarapé Moura .....	70
Gráfico 3 - Unidades de paisagem da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura.....	85
Gráfico 4 - Evolução da cobertura vegetal e uso do solo na Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura entre 1984 e 1994. ....	89
Gráfico 5 - Evolução da cobertura vegetal e uso do solo na Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura entre 1994 e 2010 .....	91

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Intensidade pluviométrica na estação automática Castanhal-a202 no período entre 1998 e 2010 .....	54
Tabela 2 - Cobertura vegetal e uso do solo em 2010 .....	73
Tabela 3 - Cobertura vegetal e uso do solo em 1984 .....	87
Tabela 4 - Cobertura vegetal e uso do solo em 1994 .....	89
Tabela 5 - Cobertura vegetal e uso do solo em 2010 .....	91
Tabela 6 - Índice de estabilidade/instabilidade do meio físico com base na cobertura sedimentar e unidade lito-estratigráfica.....	95
Tabela 7 - Índice de estabilidade/instabilidade do meio físico com base na morfometria do relevo.....	96
Tabela 8 - Índice de estabilidade/instabilidade média do meio físico com base na morfometria .....	96
Tabela 9 - Índice de estabilidade/instabilidade do meio físico com base nos solos...97	
Tabela 10 - Índice de estabilidade/instabilidade do meio físico com base na cobertura vegetal e uso do solo.....	98
Tabela 11 - Estabilidade/instabilidade do meio físico das unidades de paisagem da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura.....	99
Tabela 12 - Compatibilidade/incompatibilidade legal das unidades de paisagem da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura.....	106
Tabela 13 - Uso indicado à capacidade de suporte das unidades de paisagem da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura.....	108

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Enfoques e métodos de análise da paisagem.....	39
Quadro 2 - Categorias morfodinâmicas aplicadas ao estudo de vulnerabilidade ambiental.....	43
Quadro 3 - Coluna lito-estratigráfica da Plataforma Bragantina .....	57
Quadro 4 - Coluna lito-estratigráfica da região de Castanhal.....	58
Quadro 5 - Quadro sinótico das unidades de paisagem pertencentes a Microbacia hidrográfica do Igarapé Moura .....	83
Quadro 6 - Grupos de aptidão agrícola.....	102
Quadro 7 - Classes de aptidão agrícola das terras e níveis de manejo .....	103

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APP – Área de Preservação Permanente
DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IG – Instituto de Geociências
LAIG – Laboratório de Análise da Informação Geográfica
MPEG – Museu Paraense Emílio Goeldi
NAEA – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos
NPK – Nitrogênio, Fósforo e Potássio
PMC – Prefeitura Municipal de Castanhal
SEMA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente,
SEPOF – Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças do Estado do Pará
SGBD – Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
SIG – Sistema de Informação Geográfica
SRTM – <i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
UFPA – Universidade Federal do Pará

## SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO .....	16
2 OBJETIVOS .....	20
2.1 OBJETIVO GERAL.....	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	21
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	23
4.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA, DOCUMENTAL E CARTOGRÁFICA.....	23
4.2. AQUISIÇÃO DE IMAGENS E ANÁLISE DOS MAPAS TEMÁTICOS E IMAGENS DE SATÉLITE.....	24
4.3. DIAGNÓSTICO DOS ASPECTOS AMBIENTAIS DAS PAISAGENS.....	25
4.4. CARTOGRAFIA E ANÁLISE DA CAPACIDADE DE SUPORTE DAS UNIDADES DE PAISAGEM.....	25
CAPÍTULO 1- A TEORIA GERAL DOS SISTEMAS APLICADA À GEOGRAFIA FÍSICA.....	27
1.1. A ABORDAGEM SISTÊMICA .....	27
1.2. INCORPORAÇÃO DA TEORIA GERAL DOS SISTEMAS NA GEOGRAFIA FÍSICA: PAISAGEM E GEOSSISTEMA .....	31
1.2.1. Paisagem e Geossistema.....	32
1.2.2. As Unidades Geodinâmicas e a Capacidade de Suporte da Paisagem .....	37
1.2.3. Paisagem natural, social e cultural (Geoecologia da Paisagem).....	38
1.2.4. Os estudos da paisagem no Brasil: os domínios morfoclimáticos e a fisiologia da paisagem.....	40
CAPÍTULO 2 - O ORDENAMENTO TERRITORIAL DENTRO DE UMA PERSPECTIVA MORFODINÂMICA DAS UNIDADES DE PAISAGEM E O PAPEL DA CARTOGRAFIA DA PAISAGEM.....	46
2.1 CARTOGRAFIA DAS UNIDADES DE PAISAGEM COM USO DO SIG .....	48
CAPÍTULO 3 – DINÂMICA DE OCUPAÇÃO TERRITORIAL E CARACTERIZAÇÃO FIOGRÁFICA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ MOURA, MUNICÍPIO DE CASTANHAL .....	51
3.1. FORMAS DE OCUPAÇÃO TERRITORIAL DO MUNICÍPIO DE CASTANHAL ..	51
3.2. CARACTERIZAÇÃO FIOGRÁFICA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ MOURA, MUNICÍPIO DE CASTANHAL .....	54

3.2.1. Clima .....	54
3.2.2. Cobertura sedimentar e unidade lito-estratigráfica .....	56
3.2.3. Morfologia e Morfometria.....	60
3.2.4. Solo .....	69
3.2.5. Cobertura Vegetal e Uso do Solo .....	72
CAPÍTULO 4 - CLASSIFICAÇÃO DAS UNIDADES DE PAISAGEM BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ MOURA.....	80
4.1 ESTRUTURA DA PAISAGEM DA BACIA DO IGARAPÉ MOURA.....	80
4.2 DINÂMICA DA PAISAGEM DA BACIA DO IGARAPÉ MOURA .....	86
4.3 CAPACIDADE DE SUPORTE DAS UNIDADES DE PAISAGEM DA BACIA DO IGARAPÉ MOURA .....	94
4.3.1. Estabilidade/Instabilidade física da paisagem .....	94
4.3.2. Aptidão Agrícola da Paisagem.....	101
4.3.3. Incompatibilidade Legal.....	105
4.3.4. Uso Indicado à capacidade de suporte das unidades de paisagem como subsídio ao planejamento/ordenamento territorial.....	108
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	113
REFERÊNCIAS .....	117

## 1- INTRODUÇÃO

A década de 1960 é um marco no processo de reorganização espacial na Região Amazônica, pois um novo padrão de (re)produção socioespacial foi implantado, a partir da construção de rodovias, este padrão está relacionado a um projeto de integração nacional do Governo Federal (RODRIGUES, 1980 apud MATOS, 2003). Projeto este que gerou investimentos em infraestrutura como a construção de estradas, projetos agropecuários, hidrelétricas e exploração mineral, bem como, a migração de mão-de-obra nordestina, que proporcionou um crescimento significativo de algumas cidades na Região Amazônica (FONTES, 2006).

O Município de Castanhal se insere nesse contexto de políticas de desenvolvimento para Amazônia, sobretudo a partir da década de 1960, com o Plano de Integração Nacional do Governo Federal, devido à sua localização na margem do principal eixo de integração entre a Região Centro-Sul e a Região Norte: a Rodovia Belém-Brasília. Além disso, Castanhal localiza-se próximo à capital do Estado acerca de 69 Km, pertencendo à mesorregião Metropolitana de Belém e à Microrregião de Castanhal. Em sua porção norte, limita-se com o Município de Terra Alta, ao sul com os Municípios de Inhangapi e São Miguel do Guamá, ao leste com os Municípios de São Francisco do Pará e Santa Maria do Pará, e a oeste com os Municípios de Santa Izabel do Pará, Santo Antônio do Tauá e Vigia, apresenta-se como uma das cinco principais cidades do Estado do Pará. Suas atividades principais estão voltadas ao comércio e serviços, todavia, atualmente, existem incentivos à implementação de atividades industriais, com projetos para a adoção de um parque industrial no Município (PARÁ, 2010).

Na década de 1960 foi desativada a estrada de ferro, modificando a função de Castanhal como entreposto comercial agrícola, dando-lhe nova dinâmica. Segundo Santos (2006), anteriormente, além de entreposto comercial agrícola, o Município tinha como atividade econômica a agricultura, caracterizada pela pequena propriedade agrícola e familiar, mas com a construção da BR-316/BR-010 na década de 1970, houve, a partir desse período, a introdução da agricultura comercial e a pecuária que, conseqüentemente, caracterizaram uma nova dinâmica de exploração dos recursos naturais do Município pela ação antrópica. Além destas, destacam-se a

extração mineral de arenito ferruginoso, areia e laterita (geralmente clandestinas); as atividades ligadas ao lazer e ao comércio dos finais de semana e feriados, tais como balneários e bares nas proximidades dos igarapés, e a expansão urbana (SANTOS, 2010).

Diante dessa nova dinâmica de uso e ocupação do solo de Castanhal, ocorreu um aumento populacional significativo nas décadas seguintes. Segundo Pará (2010), à população de Castanhal na década de 1980 era de 65.251 habitantes. Já em 2010, o Município apresenta 173.149 habitantes (IBGE, 2010), crescimento de aproximadamente 165% em 30 anos, representando uma taxa de crescimento populacional de 3.597 hab./ano ou 5,51% ao ano. Esse crescimento não foi acompanhado de um planejamento/gestão adequado para nova realidade municipal.

O processo de crescimento, desde a década de 1980 até os dias de hoje, conduz necessariamente a um aumento da ocupação, da demanda por recursos naturais e, conseqüentemente, da mudança das unidades de paisagem.

A bacia hidrográfica do Igarapé Moura foi escolhida como área de estudo do presente trabalho em decorrência dos seguintes fatores: (a) está localizada na porção central do Município; (b) em virtude de sua localização, a bacia é atravessada por grandes eixos rodoviários, como a BR-316, a PA-136, a PA-320 e a PA-242, (c) abriga boa parte da área urbana da sede municipal (cerca de 9% da bacia) e (d) apresenta um significativo uso do solo voltado às atividades produtivas de caráter rural (cerca de 67% da bacia). São fatores que refletem a pressão antrópica sobre os elementos físicos e bióticos da bacia, tornando-a bem representativa dos processos dinâmicos pelos quais passa o município de Castanhal. Desse modo, a bacia do Moura serve, sobremaneira, aos estudos sobre a estrutura e a dinâmica da paisagem.

Diante disso o presente trabalho busca analisar as unidades de paisagem da Microbacia do Igarapé Moura no Município de Castanhal, considerando a estrutura e a dinâmica face a capacidade de suporte às ações antrópicas, com o intuito de dar subsídios ao planejamento/ordenamento territorial dessa Microbacia. O estudo buscará por meio do uso de técnicas de sensoriamento remoto, banco de dados geográficos e SIG, identificar e caracterizar as unidades de paisagem, bem como, analisar sua capacidade de suporte às atividades antrópicas.

Parte-se do pressuposto de que as alterações da natureza são condicionadas

pela dinâmica social, sem, contudo, haver um planejamento e gestão adequados da realidade complexa. Neste caso, são pertinentes algumas indagações:

- Quais as unidades de paisagem da Microbacia do Igarapé Moura, considerando o clima, a geologia, o relevo, a pedologia e a cobertura e uso do solo?
- Como se caracterizam as unidades de paisagem da Microbacia do Igarapé Moura, Município de Castanhal, considerando os elementos estruturais e dinâmicos?
- De que forma a delimitação cartográfica das unidades de paisagem da Microbacia do Igarapé Moura, com uso do SIG, pode contribuir para seu planejamento/ordenamento territorial, considerando a capacidade de suporte diante das atividades produtivas?

Para o embasamento teórico-metodológico deste trabalho, utiliza-se como método de interpretação o Sistemismo, baseado na Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 1977) e na Teoria dos Sistemas Complexos/ Dinâmicos (CAPRA, 2003; CHRISTOFOLETTI, 1998), uma vez que permite entender as unidades de paisagem por meio de uma perspectiva teórica que privilegie as relações entre os componentes da paisagem de forma integrada e dinâmica.

Nesta abordagem, portanto, leva-se em consideração a complexidade das relações entre a Natureza e a Sociedade, expressas nas unidades de paisagem da Microbacia do Igarapé Moura buscando compreender as componentes estruturais formadores das paisagens, bem como, a dinâmica relacional que as formam e as qualidades integrativas que permitem o seu padrão de equilíbrio dinâmico.

Para obtenção de uma visão sinótica e holística das unidades de paisagem da Microbacia, realizou-se como referencial teórico-empírico a coleta e compilação dos dados: bibliográficos, documentais, cartográficos, da área e escala de trabalho, no intuito de obter fontes sobre a temática e área de estudo. Para essa etapa, foram levantadas as imagens de satélite (SPOT e SRTM), relatórios do projeto RADAM e produtos cartográficos (geologia, geomorfologia, pedologia, dentro outros), bem como, visitou-se alguns órgãos que se considerou relevantes para o levantamento de fontes, tais como: Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA), Instituto de Geociências (IG/UFPA), Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA/UFPA), Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Laboratório de Análise da Informação Geográfica

(LAIG/UFGA), Prefeitura Municipal de Castanhal (PMC), dentre outros, gerando a partir da interpretação desses dados, por meio do SIG, a realização do mapa preliminar de unidades de paisagem. Posteriormente, realizar-se-á investigação de campo para checagem e possível revisão dos trabalhos realizados em laboratório. Por fim, elaborar-se-á o mapa final de unidades de paisagem da Microbacia do Igarapé Moura, em Castanhal.

Entende-se que a cartografia das unidades de paisagem com o uso do SIG pode contribuir para a tomada de decisão do poder público no planejamento e gestão da Microbacia do Igarapé Moura, uma vez que, esse instrumento possibilita, por meio de informações sobre as unidades de paisagem estruturadas em um banco de dados geográficos, permitindo o armazenamento, a manipulação e a análise de diferentes dados, bem como, a atualização desses dados de forma rápida e precisa, possibilitando com isso o mapeamento, zoneamento e monitoramento contínuos das transformações das paisagens da Microbacia.

Sendo assim, o trabalho é estruturado em quatro capítulos; no primeiro capítulo, a partir do levantamento e revisão bibliográfica, é apresentado o referencial teórico-metodológico sobre a abordagem sistêmica e sua incorporação na geografia física com os conceitos de geossistema e paisagem.

No segundo capítulo é apresentada a base conceitual do ordenamento territorial e da cartografia das unidades de paisagem a partir do uso do SIG. O propósito desse capítulo é apresentar os fundamentos teóricos da abordagem sistêmica para o estudo e cartografia das unidades de paisagem da Microbacia do Igarapé Moura, visando entendimento da realidade empírica, a partir do conhecimento científico, para contribuir no ordenamento territorial da bacia.

No terceiro capítulo é realizada a caracterização da Microbacia, formulada a partir da revisão bibliográfica, cartográfica e documental do Município dando ênfase ao seu processo histórico de formação, bem como, suas principais características naturais e socioeconômicas. Neste capítulo se pretende contextualizar o processo histórico de uso e ocupação do território municipal e apresentar as principais características fisiográficas da Microbacia do Igarapé Moura.

No quarto e último capítulo intitulado “Classificação das Unidades de Paisagem”, realizar-se-á a compartimentação, a caracterização e a representação cartográfica das unidades de paisagem da Microbacia do Igarapé Moura, delimitadas

a partir do uso do SIG, bem como, analisar-se-á suas características naturais e antrópicas. Pretende-se analisar, de forma sistêmica a estrutura e a dinâmica da paisagem, para a geração de classes de Unidades de Paisagem e de sua capacidade de suporte. A capacidade de suporte sendo realizada a partir da análise integrada das unidades de paisagem, instabilidade do meio físico, aptidão agrícola das paisagens e incompatibilidade legal. A partir do estudo integrado, apresentar uma cartografia de uso indicado à capacidade de suporte como subsídio ao ordenamento territorial da bacia do Moura.

Por fim, são apresentadas as considerações finais sobre os resultados obtidos na pesquisa, dando ênfase à capacidade de suporte das unidades de paisagem de Castanhal as ações antrópicas, buscando, assim, dar subsídio ao planejamento/ordenamento territorial.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar as unidades de paisagem na Microbacia do Igarapé Moura no Município de Castanhal, considerando a estrutura e a dinâmica face às ações antrópicas, com o intuito de dar subsídios ao planejamento/ordenamento territorial da Microbacia.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar as unidades de paisagem da Microbacia do Igarapé Moura, considerando o clima, a geologia, o relevo, a pedologia e a cobertura vegetal e uso do solo;
- Caracterizar as unidades de paisagem da Microbacia do Igarapé Moura, Município de Castanhal, considerando os elementos estruturais e dinâmicos;
- Compreender de que forma a delimitação cartográfica das unidades de paisagem da Microbacia do Igarapé Moura, com uso do SIG, pode contribuir para seu planejamento/ordenamento territorial, considerando a capacidade de suporte diante das atividades antrópicas.

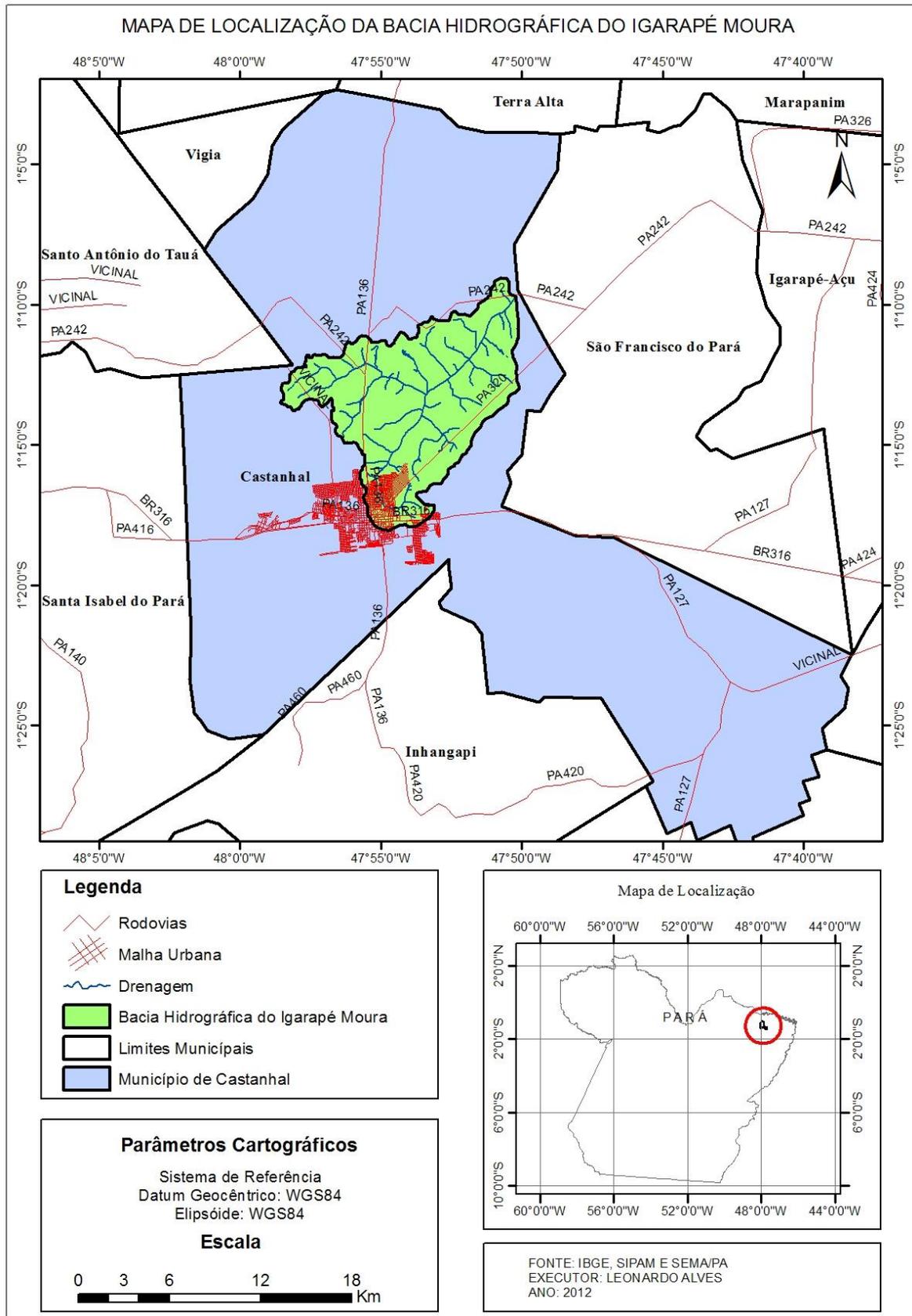
### 3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica é uma unidade natural bem delimitada topograficamente, que proporciona uma visão integradora dos elementos físicos, biológicos e antrópicos. Por essa característica permite ser uma unidade interessante para ordenamento territorial, uma vez que a delimitação natural sistêmica permite analisar a influência das atividades socioeconômicas com os elementos do meio físico (relevo, vegetação, solo e outros).

Segundo Christofolletti (1998), a bacia hidrográfica é um sistema aberto, formado por uma área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial. Sua delimitação se dá por divisores de águas topograficamente delimitados, no qual serve de captação natural da água da precipitação, dirigindo seus fluxos pela rede de drenagem, por meio de superfícies vertentes, para uma desembocadura única, o exutório (ROSA, 1995, TUCCI, 1997).

De acordo com o tamanho, a bacia hidrográfica pode ser classificada em microbacias quando apresenta área inferior a 200 Km<sup>2</sup>; sub-bacia quando possui área entre 200 e 3.000 Km<sup>2</sup>; e bacia quando apresenta áreas superiores a 3.000 Km<sup>2</sup> (ROCHA, 1991). Nesse sentido, a bacia hidrográfica do Igarapé Moura, com 124 Km<sup>2</sup>, é segundo a conceituação de Rocha (1991) uma microbacia.

A microbacia hidrográfica do Igarapé Moura, localiza-se na porção central do Município de Castanhal. Parte significativa da bacia pertence a área urbana municipal, sendo esta cortada pelos principais eixos rodoviários (BR-316/BR-010, PA-136 e PA-320) que ligam o município de Castanhal a Região Metropolitana de Belém e nordeste paraense (mapa 1).



Mapa 1 – Localização da área de Estudo.  
 Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

## 4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento da pesquisa e alcance dos objetivos, são adotados os seguintes procedimentos metodológicos:

### 4.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA, DOCUMENTAL E CARTOGRÁFICA

Esta etapa se caracteriza pela coleta e compilação dos dados bibliográficos, documentais e cartográficos, da área e escala de trabalho, no intuito de obter fontes sobre a temática e área de estudo. No levantamento bibliográfico foi realizada a revisão de literatura: da abordagem sistêmica, a partir dos textos de Bertalanffy (1977), Capra (2003), Morin (1977) e Christofolletti (1998); das concepções teórico-conceituais de geossistema e de paisagem, com destaque nos textos de Bertrand (1971), Tricart (1977, 1981), Tricart e Killian (1979) e Rodriguez, Silva & Cavalcanti (2002); da concepção de sistemas de informação geográfica, a partir do entendimento de Camara et al. (2001) e Rosa (1995).

Com relação ao levantamento documental, realizou-se a aquisição dos dados estatísticos do Estado do Pará disponibilizados pela PARÁ (2010) e os dados do censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), relativos ao crescimento demográfico do Município de Castanhal, bem como os relatórios do Projeto RADAM.

Já o levantamento cartográfico, caracterizou-se pela coleta de bases cartográficas e mapas temáticos, dentre os quais se destaca mapeamento temático do Projeto RADAM (geologia, geomorfologia, pedologia, dentro outros); a cartografia pedológica do Município de Castanhal em escala de 1:100.000 elaborada por Valente et al. (2001); os arquivos vetoriais da geologia da região fornecidas pelo DNMP (1:250.000) e as cartas topográficas (1:100.000) e arquivos vetoriais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Além destes produtos cartográficos, foi adquirida a imagem SPOT, de 2010, e SRTM, de 2000, junto a Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Estado do Pará (SEMA) e Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (MIRANDA, 2005), respectivamente.

## 4.2. AQUISIÇÃO DE IMAGENS E ANÁLISE DOS MAPAS TEMÁTICOS E IMAGENS DE SATÉLITE

Nesta etapa de pesquisa foram utilizadas as técnicas de Sensoriamento Remoto e geoprocessamento para extração de informações cartográficas do Município de Castanhal e mais especificadamente da microbacia hidrográfica do Igarapé Moura, proporcionando melhor conhecimento dos aspectos socioambientais para elaboração dos mapas temáticos do município.

Primeiramente, realizou-se processamento da imagem SRTM, no *software* ArcGIS Desktop, para, por meio do método de interpolação Spline, redefinir a resolução espacial de 90 metros para 30 metros, proporcionando a criação do Modelo Digital do Terreno que serviu de base para a delimitação da Bacia, bem como, a determinação de sua elevação, classes de declividade e formas de relevo.

Após a delimitação da Bacia, iniciou-se o processo de interpretação visual da imagem SPOT, de 2010, sobre as classes de uso e ocupação do solo. Esse método foi escolhido em virtude dos resultados obtidos pela segmentação e classificação supervisionada e não-supervisionada das imagens desse sensor, que não apresentaram resultados satisfatórios para elaboração das classes de uso e ocupação do solo na escala de 1:50.000.

As informações pedológicas foram extraídas do mapeamento realizado por Valente et al. (2001). O mapa elaborado pelos autores foi georreferenciado e posteriormente, foram digitalizadas as informações cartográficas dos tipos de solos. Já as informações geológicas (litológicas) foram adquiridas junto ao DNPM em formato digital e vetorial (shapefile).

Por fim, com todas as informações em formato vetorial, estas foram inseridas no banco de dados geográfico PostreSQL/Postgis por meio do *software* ArcSDE responsável pela integração entre o ArcGIS Desktop e o Banco de Dados Geográfico. Essa etapa é de fundamental importância, pois permite a integridade topológica e segurança das informações.

#### 4.3. DIAGNÓSTICO DOS ASPECTOS AMBIENTAIS DAS PAISAGENS

Essa etapa se caracterizou pelo diagnóstico dos aspectos ambientais, mediante as informações contidas no Banco de Dados Geográfico. Estas informações cartográficas foram confrontadas com as fontes bibliográficas e as informações adquiridas em campo mediante a utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) ArcGIS Desktop 10.

Foi realizado a partir desse software os mapas temáticos de Geologia, Unidades de Relevo, Hipsometria, Declividade, pedologia e cobertura e uso solo, fundamentais para a caracterização e cartografia das unidades de paisagem da área estudada.

Portanto, essa é uma etapa basilar para a elaboração da carta de unidades de paisagem da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura, pois permitiu a obtenção de um conjunto de informações que, analisadas de forma holística e integradora permitem sintetizar os conjuntos paisagísticos em unidades definidas analiticamente pelo pesquisador.

#### 4.4. CARTOGRAFIA E ANÁLISE DA CAPACIDADE DE SUPORTE DAS UNIDADES DE PAISAGEM

A Cartografia das Unidades de Paisagem da Microbacia Hidrográfica será realizada mediante uma análise sistêmica dos diferentes elementos da paisagem (geologia, unidades de relevo, hipsometria, declividade, pedologia e cobertura e uso solo), levando em consideração esses elementos não como partes isoladas, mas como fazendo parte de uma teia de relações que formam as unidades de paisagem enquanto uma totalidade sistêmica. Esses dados foram tratados em ambiente SIG, como planos de informação. O mapa de unidades de paisagem resultou da sobreposição ou cruzamento das informações contidas nesses planos de informação.

A nomenclatura das unidades de paisagem obedecerá à classificação taxonômica e aos critérios tipológicos estabelecidos por Bertrand (1971). Para analisar a capacidade do suporte das unidades de paisagem, serão utilizados a matriz de estabilidade/instabilidade de Crepani et al. (1996, 2001), baseada nos elementos morfodinâmicos estabelecidos por Tricart (1976, 1977) e Tricart e Killian

(1982); a aptidão agrícola e incompatibilidade legal baseada em Crepani et al. (2008) e Rosa (1995). Com essas informações analisadas e cartografadas será gerado um mapa de uso indicado do solo como subsídio ao planejamento/ordenamento territorial.

## **CAPÍTULO 1- A TEORIA GERAL DOS SISTEMAS APLICADA À GEOGRAFIA FÍSICA**

A ação transformadora antrópica deixa marcas na superfície terrestre. Marcas, estas de acordo com a compatibilidade do suporte da natureza e com o tipo de atividade realizada podem ou não se apresentar como sustentáveis. Ao analisar e cartografar, a partir do uso dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), a estrutura e a dinâmica das unidades de paisagem da Microbacia do Igarapé Moura face às ações antrópicas, busca-se entender quais são os elementos constituintes da paisagem (físicos, biológicos e sociais) e suas características (estruturas), as relações dinâmicas entre eles e a capacidade de suporte diante das formas de uso e ocupação.

O embasamento teórico-metodológico da abordagem sistêmica foi escolhido, pois fornece os subsídios necessários para entender as unidades de paisagem dentro de uma perspectiva integrativa e totalizante, na qual os elementos da paisagem não são entendidos de forma isolada, mas são fruto de conexões dinâmicas com seus outros elementos constituintes e, ainda, dentro de um contexto mais amplo ao qual a unidade está inserida.

Sendo assim, torna-se de fundamental importância entender os pressupostos teóricos da abordagem sistêmica, a partir de seu surgimento enquanto instrumento de interpretação científica da realidade com a Teoria Geral dos Sistemas e seus desdobramentos, com o advento da ciência da complexidade.

### **1.1. A ABORDAGEM SISTÊMICA**

A Teoria Geral dos Sistemas foi formulada por Ludwig von Bertalanffy na década de 1930 (BERTALANFFY, 1977) e aplicada, primeiramente na termodinâmica e biologia (CHRISTOFOLETTI, 1979). A teoria surge com uma proposta de superação da visão analítica da ciência clássica em fragmentar o conhecimento e isolá-lo do todo (CAMARGO, 2008). Embora os termos “sistema” e “pensamento sistêmico” tenham sido aplicados por vários cientistas antes da teorização de Bertalanffy, foi este autor que promoveu o pensamento sistêmico no cenário científico de primeira grandeza (CAPRA, 2003).

A estruturação do pensamento sistêmico, a partir da década de 30, foi realizada por diversas áreas do conhecimento científico, tais como: a biologia, ecologia, psicologia, física quântica, dentre outras. Ao estudarem a exploração dos sistemas vivos os cientistas passaram a ver a realidade a partir de um novo olhar pautado na conexidade, nas relações e no contexto. Essa nova forma de olhar a realidade permitiu o estabelecimento de três critérios fundamentais para se pensar sistemicamente (CAPRA, 2003).

O primeiro critério é aquele que estabelece a mudança do enfoque das partes para o todo. Sendo o primeiro critério o mais abrangente e fundamental na teoria sistêmica, estabelece que as propriedades dos sistemas são destruídas quando estudadas analiticamente, ou seja, isolando suas partes, haja vista que a soma das partes, para o sistemismo, não representa o todo (CAPRA, 2003).

O segundo critério é estabelecido pela capacidade do sistema de deslocar a própria atenção de um lado para o outro entre os variados níveis sistêmicos. Nesse sentido, constata-se que a diferenciação entre os diferentes níveis dos sistemas expressam tipos diversos níveis de respectivas complexidades. Ou seja, um nível do sistema pode apresentar características não encontradas em níveis superiores. Quando características do sistema surgem em um determinado nível em particular, considera-se como uma propriedade “emergente” do sistema (CAPRA, 2003).

Por fim, no terceiro critério para se pensar sistemicamente a realidade estudada é importante entender que as propriedades das partes do sistema não são propriedades inseparáveis devendo ser entendidas dentro do contexto da totalidade do mesmo (CAPRA, 2003).

Portanto, ao analisar os critérios-chave da análise sistêmica se percebe a importância de se entender o contexto, as relações e as conexidades. Quando o sistemismo valoriza a visão do todo em detrimento das partes estudadas isoladamente, verifica-se a importância do contexto no qual as partes estão inseridas. Além disso, a mudança da visão dos elementos isolados para uma visão totalizante também pode ser vista como uma mudança de objetos para relações (CAPRA, 2003). Por fim, essa nova forma de pensar o mundo evidencia a lógica da conectividade do pensamento científico expresso no pensamento em rede, no qual o mundo vivo é representado por uma rede de relações. Essa forma de pensar modificou tanto a perspectiva de natureza como o próprio conhecimento científico (CAPRA, 2003).

Para o estudo das unidades de paisagem da bacia do Igarapé Moura, esses critérios sistêmicos são adotados em virtude do contexto de localização da bacia em um entroncamento rodoviário, em uma área de expansão urbana e por se localizar na região de colonização mais antiga do Pará, que é o nordeste paraense.

Na busca da definição de sistema, Christofolletti (1979) utiliza-se de três estudos: os estudos de Hall e Fagen (1956), de Thornes e Brunnsden (1977) e de Miller (1965). Para Hall e Fagen (1956, p. 18 por apud CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 1) o sistema é “[...] o conjunto dos elementos e das relações entre eles”. Já para Thornes e Brunnsden (1977, p. 10 por apud CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 1) consideram o sistema o “conjunto de objetos ou atributos e das suas relações, que se encontram organizadas para executar uma função particular”. E Miller (1965, p. 200 por apud CHRISTOFOLETTI, 1979, p. 1) considerando-o como “um conjunto de unidades com relação entre si”.

Outra definição importante de sistema é encontrada na obra Ecodinâmica de Tricart (1977), onde o sistema é formado por um conjunto de fenômenos processados por meio de fluxos de matéria e energias. Para o autor esses fluxos geram uma interdependência entre os fenômenos, atribuindo, assim, características inerentes ao sistema e que diferem do somatório das propriedades de seus componentes.

Na revisão de Haigh (1985 apud CHRISTOFOLETTI, 2004, p. 91) sobre a Teoria Geral dos Sistemas, este considera o sistema enquanto uma totalidade formada pela integração de um conjunto estruturado de partes componentes, sendo que estas partes se inter-relacionadas estruturalmente e funcionalmente apresentam uma integridade que não se constitui quando as partes componentes se encontram desagregadas.

Mas recentemente Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2002), afirmam que a abordagem sistêmica estuda a realidade (objetos, propriedades, fenômenos, relações, problemas, situações etc.) como unidade regulada por categorias sistêmicas (estrutura, elemento, meio, relações, intensidade etc.). Desta forma, o sistema é um conjunto de elementos inter-relacionados que apresentam uma determinada unidade e integridade.

Destaca-se nessas definições a ideia de sistema como elementos relacionados e organizados formando um conjunto onde o todo não é a simples

somatório das partes. Estes componentes da análise sistêmica também são evidenciados nos estudos de Morin (1977) quando afirma que

os elementos devem então ser definidos ao mesmo tempo nas e pelas características originais, nas e com as inter-relações às quais eles participam, na e com a perspectiva de organização em que eles se dispõem, na e com a perspectiva em que eles se integram. Inversamente, a organização deve se definir com relação aos elementos, às inter-relações, ao todo e assim por diante (MORIN, 1977, p. 159).

Portanto, ao analisar a concepção de sistema apresentada pelos diversos autores citados, percebe-se um destaque de suas concepções em alguns pontos: (a) a noção de sistema como um conjunto de partes ou objetos relacionados entre si; (b) o papel dos fluxos de matéria e energia na dependência mútua entre os componentes do sistema; e (c) que as inter-relações estruturais e funcionais criam uma totalidade que não é inerente às partes desconexas do sistema, sendo assim, o sistema apresenta um caráter de unidade e integridade.

Com o advento da ciência da complexidade, proporcionada pelos avanços das ferramentas matemáticas que permitiram aos cientistas modelarem as conexões não-lineares características das redes, surgiu a concepção da Teoria dos sistemas dinâmicos (CAPRA, 2003). Essa nova concepção de sistemas, baseia-se na matemática complexa fundamentada nas relações e nos padrões, no qual há uma modificação para o enfoque qualitativo em detrimento do quantitativo. Diante disso, ocorrem alterações nas características do pensamento sistêmico, dentre elas destacam-se: a mudança de objetos para relações, a mudança de quantidade para qualidade e a mudança de substância para o padrão (CAPRA, 2003).

Ao analisar os sistemas complexos, Christofletti (1998) afirma que eles apresentam uma diversidade de elementos, encadeamentos, interações, fluxos e retroalimentação, compondo uma entidade organizada. Essa entidade organizada que representa o sistema pode interagir com seu entorno, sendo capaz de se adaptar internamente em virtude dessas inter-relações.

Esse enfoque ganha destaque, pois permite avançar na concepção mecanicista e linear dos sistemas, a qual entendia que os componentes da natureza que se relacionavam entre si, para formar sua totalidade sistêmica, apresentavam conexões lineares. Todavia, com a nova abordagem proporcionada pela teoria dos complexos, percebeu-se que a maioria das interconexões da natureza não eram

lineares e, portanto, comportando-se como sistemas dinâmicos e caóticos (CHRISTOFOLETTI, 1998).

Essa abordagem sistêmica é um avanço no sentido de entender a realidade a partir de sua dinâmica e complexidade. A dinâmica é apresentada na capacidade de reorganização do sistema em decorrência de fatores internos e/ou externos, sendo assim os sistemas estão em constantes transformações. Do ponto de vista da complexidade, esta se relaciona com a estrutura e ordem do sistema, buscando analisar as regras e princípios comuns fundamentais ao entendimento do conjunto dos sistemas (CHRISTOFOLETTI, 1998).

Portanto, ao analisar os avanços proporcionados pela Teoria Geral dos Sistemas no campo teórico das ciências, percebeu-se a importância dessa nova forma de estudar a realidade. A visão do todo permitiu uma ruptura da ciência clássica analítica e proporcionou um pensamento pautado nas relações e interações dinâmicas. A sistematização desses conhecimentos também foi introduzida na ciência geográfica, sobretudo na Geografia Física, fazendo essa ciência repensar o seu objeto de estudo e a forma de estudá-lo.

Diante disso, os estudos geográficos são significativamente revisados nos seus diferentes ramos de atuação (biogeografia, geomorfologia, pedologia, etc). Na busca de uma visão integrada da realidade, a partir do olhar geográfico, surge a abordagem geossistêmica e suas aplicações dentro dos estudos da paisagem.

## 1.2. INCORPORAÇÃO DA TEORIA GERAL DOS SISTEMAS NA GEOGRAFIA FÍSICA: PAISAGEM E GEOSSISTEMA

Os estudos geográficos na segunda metade do século XX são impulsionados pela Teoria Geral dos Sistemas elaborada por Bertalanffy. A partir da abordagem sistêmica houve uma revitalização dos estudos de todos os setores geográficos (CHRISTOFOLETTI, 1979). Segundo Troppmair e Galina (2006), a abordagem sistêmica foi um importante embasamento teórico-metodológico para o conhecimento geográfico, uma vez que ganha importância a concepção de meio ambiente em relação ao potencial de utilização pela sociedade. De acordo com Gregory (1992) o processo da adoção da forma sistêmica de análise na geografia

ocorreu no período de 1935 a 1971, nas seguintes disciplinas: Biogeografia, Geografia dos Solos, Climatologia e Geomorfologia.

Na Biogeografia, a abordagem sistêmica é introduzida pelos estudos de Stoddart (1965; 1967 apud CHRISTOFOLETTI, 1979) que apresentou as vantagens e aplicabilidade da noção de ecossistema, por meio da revisão dos estudos de 1935 do ecólogo Tansley, bem como, nos estudos de Simmons (1978 apud GREGORY, 1992) sobre, por exemplo, as escalas ecossistêmicas.

Na Geografia dos Solos admite-se que a abordagem sistêmica tenha sido formalmente aplicada por Nikiforoff (1959), bem como, por Simonson (1959) em sua teoria geral sobre a gênese dos solos. Tais sistematizações foram introduzidas no âmbito da Geografia Física relacionada aos solos por Huggett, em 1975, estendendo a abordagem em catena à bacia de drenagem, unidade utilizada como modelo do sistema de solos (GREGORY, 1992).

Na Climatologia, os estudos da atmosfera, que davam ênfase à classificação climática, foram gradativamente substituídos pela compreensão das trocas de energia e matéria, sobretudo, em áreas recobertas por vegetação (GREGORY, 1992).

Na Geomorfologia, segundo Christofolletti (1973), a abordagem sistêmica na geografia foi introduzida por Strahler na década de 1950, inclusive com a citação de dois trabalhos de Bertalanffy, para elucidar a noção de sistema aberto e fechado. Embora Strahler tenha introduzido a abordagem sistêmica nos estudos Geomorfológicos, foi Chorley (1962 apud Gregory, 1992) que explicitamente revisou as concepções da abordagem sistêmica nesta disciplina. Contudo, obra que apresenta a maior contribuição para a sistematização da Teoria Geral dos Sistemas na Geografia Física é *Physical Geography: A systems Approach* (CHORLEY E KENNEDY 1971 apud CHRISTOFOLETTI, 1979).

### 1.2.1. Paisagem e Geossistema

O conceito de paisagem é um dos conceitos chave da ciência geográfica. Segundo Tricart (1981) o termo paisagem estava atrelado ao seu significado no censo comum, sua utilização de forma sistematizada foi realizada pela escola alemã na segunda metade do século XIX, que posteriormente passou para os estudiosos

russos. Nesse período, percebeu-se a diferenciação entre o conceito de paisagem de caráter descritivo e vago do senso comum para o conceito científico que analisa a realidade geográfica de forma profunda por meio da relação entre os seus elementos.

Na Alemanha, o termo paisagem serviu para designar os aspectos concretos da realidade geográfica, descrição de uma região. A geografia alemã, neste período, era significativamente influenciada pelas ciências naturais e a paisagem era composta pelos diversos elementos naturais: clima, relevo, vegetação, etc (TRICART, 1981).

Na geografia francesa, o termo foi introduzido de forma tardia próximo a segunda guerra mundial, com Cholley, que descrevia e classificava as paisagens francesas a partir do viés da geografia regional (TRICART, 1981).

Para Deffontaines (apud CASSETI, 2005), a paisagem apresenta uma homogeneidade, unidade territorial formada a partir de uma combinação de fatores. A ideia de homogeneidade também está presente na concepção de paisagem de Delpoux (1974). Deffontaines (apud CASSETI, 2005), em seus estudos sobre a paisagem, utiliza-se da análise sistêmica, bem como, do termo ecossistema, lançado por Tansley, em 1934.

Apesar de paisagem e ecossistema se basearem na abordagem sistêmica, eles são de naturezas diferentes. Para Tricart (1981) a paisagem é um ser lógico espacial, concreto, já o ecossistema é um ser lógico caracterizado pela estrutura do sistema. Delpoux (1974) afirma que o ecossistema tem um caráter ecologista e a paisagem um caráter mais geográfico.

Ainda refletindo sobre as diferenças entre a paisagem e ecossistema, Delpoux (1974) conceitua a paisagem como objeto concreto, materialmente palpável, diretamente perceptível no terreno. Apresenta uma estrutura complexa dinâmica e diversificada. Já o ecossistema tem um caráter abstrato, funcional descrito a partir de longas observações.

Nesse mesmo período, entre a década de 1960 e 1970, surgem os estudos de Sotchava, o qual se apropria da teoria sistêmica para a formulação do conceito de geossistema. Para esse autor o geossistema é objeto de estudo da ciência geográfica, e como tal deve estudar as conexões entre os componentes da natureza a partir da paisagem, em seus aspectos morfológicos, dinâmicos, de estrutura

funcional, dentre outros. Percebe-se, portanto, nos estudos de Sotchava a busca por uma definição do objeto de estudo da geografia física, representado pelos geossistemas de todas as dimensões e pela paisagem.

Sotchava (1977) conceitua Geossistema como um sistema geográfico natural homogêneo associado a um território. Na conceituação do autor fica clara a sua base sistêmica, vinculada a modelização da natureza (BEROUTCHACHVILI & BERTRAND, 1978). No entendimento de Sotchava (1977) a natureza é considerada como sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados, passíveis de delimitação espacial. Destaca-se novamente a base teórico-conceitual da Teoria Geral dos Sistemas por meio da articulação entre os sistemas abertos e da interdependência de suas variáveis intrínsecas (troca de matéria, energias e ciclos).

Diante disso, apesar da escola russa ter sido a pioneira nos estudos do geossistema, foi a escola francesa, sobretudo, com Bertrand (1971), que essa teoria foi difundida no mundo ocidental, visto que, Bertrand (1971) avança na sistematização dos estudos teóricos-conceituais e metodológicos sobre o geossistema e a paisagem, principalmente, no aspecto da taxonomia da paisagem, no qual o geossistema faz parte como uma unidade taxonômica de destaque por ser uma boa base para os estudos da organização espacial e ser compatível com a escala humana.

Para Bertrand (1971) a paisagem é o resultado da combinação dinâmica (instável) de aspectos físicos, bióticos e antrópicos que se inter-relacionam dialeticamente, fazendo da paisagem um conjunto único e indissociável, que se apresenta em perpétua evolução. Portanto, a paisagem nesse trabalho não será considerada como um elemento estático e sim a partir da dinamicidade que lhe é inerente.

Na taxonomia proposta, esse autor afirma que sua delimitação não deve ser um fim em si, mas sim um meio de relação com a realidade geográfica. A síntese deve substituir a análise, devendo-se classificar as paisagens em função da escala, em uma perspectiva têmporo-espacial. Diante disso, Bertrand (1971) propõe uma classificação têmporo-espacial em unidades superiores e unidades inferiores. As unidades superiores são formadas pela zona, domínio e região; e as unidades inferiores pelo geossistema, geofácies e geótopo.

O geossistema está inserido em uma unidade dimensional compreendida entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados. Nessa escala é onde ocorrem os fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e que evoluem as relações dialéticas mais interessantes para o geógrafo (BERTRAND, 1971). Diante disso, para o autor o geossistema se situa cartograficamente nas escalas de 1:100.000 e 1:200.000.

Para sistematização e esclarecimento do geossistema, Bertrand (1971) apresenta os seus componentes, são eles o potencial ecológico (composto pelo clima, hidrologia e geomorfologia), a exploração biológica (formada pela vegetação, solo e fauna) e a ação antrópica. É a relação entre esses componentes que forma o geossistema (figura 1).

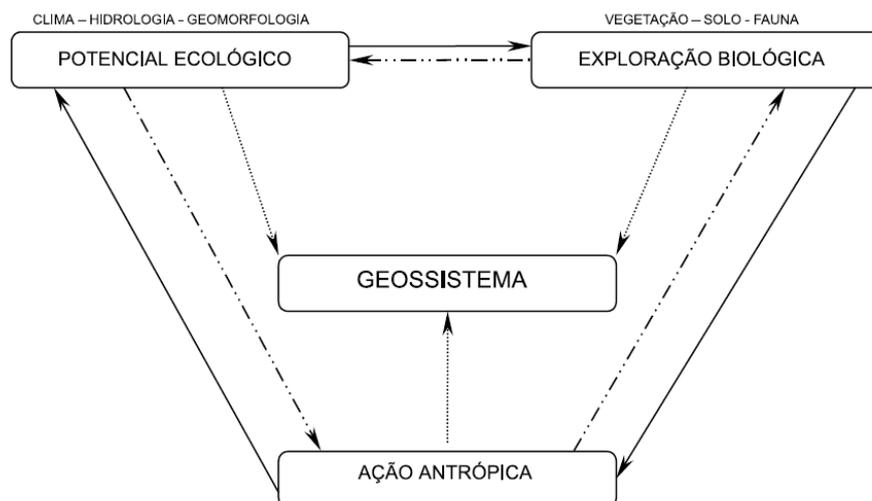


Figura 1 - Esboço de uma definição teórica de geossistema  
Fonte: Bertrand (1971)

Para a classificação das unidades de paisagem Bertrand (1971) apresenta a necessidade de definir seu aspecto tipológico. Essa delimitação se torna complexa na medida em que necessita de uma visão de escala para delimitação dos geossistemas. Sendo assim, o autor apresenta como critérios para classificação e nomenclatura das unidades de paisagem duas tipologias: a fisionômica e ecológica e a dinâmica. São esses critérios que nortearão a classificação das unidades de paisagem do Igarapé Moura.

Sendo assim, primeiramente busca-se analisar os aspectos fisionômicos e ecológicos da paisagem, destacando-se a vegetação visto que segundo Bertrand

(1971) ela se constitui enquanto uma síntese das interrelações dos componentes que formam a paisagem e que permitem individualizá-las. Todavia, em paisagens onde a vegetação não se apresenta enquanto um elemento significativo, para expressar a síntese do meio para a classificação das unidades de paisagem, pode-se analisar outras características fisionômicas e ecológicas.

Em virtude das transformações geradas pela ação antrópica da bacia do Igarapé Moura, buscou-se analisar as unidades de paisagem de acordo com a tipologia dinâmica que engloba a sua evolução e que segundo Bertrand (1971) apresenta com melhor rigor as características das unidades de paisagem. A tipologia dinâmica da paisagem baseia-se na teoria de bioestasia de ERHART (1956), onde leva em consideração o sistema de evolução, a situação em relação ao clímax e o sentido geral da dinâmica (progressiva, regressiva ou estável). De acordo com essas características Bertrand (1971) classificou as unidades de paisagem de acordo com a tipologia dinâmica em dois grupos: os geossistemas em bioestasia e os geossistemas em resistasia.

Os geossistemas em bioestasia são caracterizados por uma atividade geomorfológica fraca ou nula, um potencial ecológico relativamente estável, um sistema de evolução predominantemente ligado aos processos bioquímicos e uma atuação antrópica que não compromete significativamente o equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica.

Em contrapartida os geossistemas em resistasia são caracterizados por uma geomorfogênese dominante na dinâmica das paisagens, um potencial ecológico relativamente instável, um sistema de evolução ligado a geomorfogênese contrariando a pedogênese e a colonização vegetal. De acordo com Bertrand (1971) a resistasia pode ser verdadeira quando há a criação de um geossistema totalmente novo. Esse tipo de resistasia ocorre quando há uma crise do sistema geomorfológico, uma destruição da vegetação e solo, podendo ser gerada em regiões áridas e acelerada pela ação antrópica ou numa ação natural catastrófica. Em contrapartida a resistasia limitada a cobertura viva, afeta somente a parte superficial do terreno (vegetação, solos, etc), não gerando novos relevos.

Portanto, com o intuito de classificar e analisar as unidades de paisagem da bacia do Igarapé Moura utilizou-se, sobretudo, a tipologia dinâmica, pois se entende que a tipologia das paisagens levando em consideração os aspectos dinâmicos

permite compreender melhor a realidade estudada e dar subsídios ao ordenamento territorial, uma vez que a bacia do Igarapé Moura apresenta um processo significativo de transformações da paisagem, sobretudo, por meio das ações antrópicas.

### 1.2.2. As Unidades Geodinâmicas e a Capacidade de Suporte da Paisagem

Outra formulação importante de análise geográfica, utilizando o método sistêmico, é a Ecogeografia (TRICART e KILLIAN,1979). Trata-se de uma metodologia para o estudo global do meio físico e da sua dinâmica, com a finalidade de atender as exigências do ordenamento e do planejamento territorial.

Tricart e Killian (1979) adotam os seguintes critérios para a análise ecodinâmica ou geodinâmica (dinâmica do ecótono ou do meio físico): (a) os fluxos de matéria e energia; (b) a relação pedogênese<sup>1</sup>/morfogênese<sup>2</sup>; (c) a presença de heranças<sup>3</sup>; e (d) a ação antrópica.

A importância e a aplicabilidade da Ecogeografia relacionam-se: (a) à avaliação da suscetibilidade do meio físico diante dos processos naturais e antrópicos; (b) à análise das dificuldades que um meio físico impõe a um determinado tipo de uso e ocupação; (c) à análise das implicações de um determinado tipo de uso/ocupação na dinâmica do meio físico e (d) à determinação do grau de estabilidade e de instabilidade do meio físico para subsidiar o zoneamento e o planejamento urbano, agrário ou ambiental.

Trabalhar com estas quatro formas de análise conduz ao estudo da capacidade de suporte da paisagem, o que gera subsídios ao zoneamento/ordenamento/planejamento territorial.

Essa teoria apresenta uma metodologia para análise das unidades de paisagem que permite determinar o grau de degradação ou conservação do meio

---

<sup>1</sup> Pedogênese é o conjunto de processos que originam os solos (decomposição das rochas e atividade biológica).

<sup>2</sup> Morfogênese é o conjunto de processos que originam as formas de relevo (meteorização, movimentos de massa, erosão, transporte e sedimentação)

<sup>3</sup> Herança é caracterizada por elementos decorrentes de uma morfogênese pretérita diferente da atual, geralmente relacionada a um paleoclima, ou decorrentes de atividade antropogênica de antigas sociedades, por exemplo, relevo residual, vegetação reliquiária, paleossolos, sambaquis, tesos, etc (TRICART E KILLIAN, 1979).

representado, pela interação entre a morfogênese e pedogênese. A partir dessa interação é possível determinar se as unidades ecodinâmicas são estáveis, intergrades ou fortemente instáveis.

O meio estável é aquele em que há o predomínio da pedogênese, a cobertura vegetal clímax apresenta um papel importante de proteção, lenta evolução do relevo condicionada à fraca geodinâmica interna e externa e presença de heranças. Segundo Tricart (1977), a principal característica desse meio é a lenta e constante evolução.

Em contrapartida nos meios fortemente instáveis há predominância da morfogênese, ou seja, apresentam significativas modificações no modelado do relevo. Nesses meios as características do relevo (como elevadas altitudes e declividade), instabilidades climáticas, cobertura vegetal menos densa e a degradação antrópica, dentre outros aspectos proporcionam uma maior dinâmica de transformação dessas paisagens (TRICART, 1977).

Os meios intergrades são caracterizados pela combinação no mesmo espaço de interferências permanentes de morfogêneses e pedogêneses. Dessa forma, é de fundamental importância à preocupação com esses sistemas para que não se transformem em meios fortemente instáveis. Tricart (1977) salienta a importância da manutenção da cobertura vegetal para a manutenção da estabilidade do meio.

Portanto, percebe-se na abordagem de Tricart a importância dos processos dinâmicos da paisagem tanto àqueles influenciados pela própria dinâmica natural, como àqueles que têm a atuação direta da sociedade. A grande contribuição do embasamento teórico e a proposta metodológica do autor é apresentar uma forma de analisar as paisagens não apenas pela sua forma, mas também, pelos processos evolutivos que a transformam e afetam sua estabilidade ecodinâmica.

### 1.2.3. Paisagem natural, social e cultural (Geoecologia da Paisagem)

Nesse mesmo período (década de 1980) surge a Geologia da Paisagem, embasada na definição do Troll, dos anos 30, que buscava analisar funcionalmente a paisagem. Essa teorização objetivava estudar as interpelações entre os geossistemas no estado natural com os sistemas sociais e culturais, articulando a paisagem natural e a paisagem cultural. Sendo assim, a paisagem é entendida como

o conjunto das interações entre os sistemas natural e social. (RODRIGUEZ E SILVA, 2002, p. 98).

A Geoeologia da Paisagem é uma perspectiva sistêmica e interdisciplinar, que objetiva um planejamento ambiental do território, a partir da análise da paisagem. Essa análise da paisagem permite entender o potencial dos recursos naturais por meio do estabelecimento de um diagnóstico operacional. Este diagnóstico busca avaliar o potencial natural das unidades de paisagem, visando a otimização e manejo de seus recursos de forma mais adequada (RODRIGUEZ, SILVA E CAVALCANTI, 2002).

Para tanto, é importante salientar os princípios norteadores do conceito de paisagem inseridos na abordagem geocológica adotada, haja vista a necessidade de se estabelecer na ciência uma base conceitual objetiva para se apreender a realidade. Nesse sentido, aborda-se a noção de paisagem em quatro princípios: 1º) a paisagem natural é o conceito chave da Geoeologia; 2º) a paisagem é formada por um sistema de conceitos representados pelas paisagens natural, social e cultural; 3º) a paisagem é concebida como um geossistema; 4º) a paisagem deve ser analisada por meio de uma visão dialética (RODRIGUEZ, SILVA & CAVALCANTI, 2002).

Em virtude da complexidade inerente ao estudo da paisagem, a partir de uma visão integrativa e sistêmica da relação entre a sociedade e natureza, Rodriguez, Silva & Cavalcanti (2002) estabeleceram enfoques e métodos de análise da paisagem para subsidiar estudos científicos e técnico-operacionais viabilizadores de um planejamento/ordenamento territorial, foram eles: estrutural, funcional, dinâmico-evolutivo, histórico-antropogênico e integrativo (Quadro 1).

QUADRO 1 - ENFOQUES E MÉTODOS DE ANÁLISE DA PAISAGEM

PRINCÍPIOS	CONCEITOS BÁSICOS	MÉTODOS	ÍNDICES
Estrutural	Estruturas das paisagens: monossistêmica parassistêmica. Estrutura horizontal e vertical, geodiversidade.	Cartografia das paisagens, classificação quantitativa-estruturais, tipologia e regionalização.	Imagem, complexidade, forma dos contornos, vizinhança, conexão, composição, integridade, coerência e configuração geocológica.
Funcional	Balanco de Energia, Matéria e Informação, interação de componentes, gênese, processos, dinâmica funcional, resiliência e homeostase.	Análise funcional, geoquímica, geofísica e investigações estacionais.	Função, estabilidade, solidez, fragilidade, estado geocológico, capacidade de automanutenção, autoregulação e organização, equilíbrio.

Dinâmico-Evolutivo	Dinâmica temporal, estados temporais, evolução e desenvolvimento.	Retrospectivo, estacional, evolutivo e paleo-geográfico.	Ciclos anuais, regimes dinâmicos, geomassa, geohorizonte, idade e tendências evolutivas.
Histórico-Antropogênico	Antropogênese, transformação e modificação das paisagens.	Histórico e análise antropogênica.	Índices de antropogênese, cortes histórico-paisagísticos, perturbações, tipos de modificação e transformação humana (paisagens contemporâneas, trocas, hemorobia).
Integrativo	Sustentabilidade geoecológica das paisagens; paisagem sustentável.	Análise paisagística integral	Suporte estrutural, funcional, relacional, evolutivo, produtivo das paisagens; categorias de manejo da sustentabilidade da paisagem

Fonte: RODRIGUEZ, SILVA & CAVALCANTI, 2002.

Portanto, percebe-se a importância dada na Geoecologia da Paisagem ao planejamento/ordenamento territorial por meio da classificação e cartografia das unidades de paisagem. Os produtos cartográficos, para esta teoria, podem ser utilizados tanto como resultados de estudos realizados, como também subsídio para novas propostas de gestão do território (SILVA; GORAYEB E RODRIGUEZ, 2010).

#### 1.2.4. Os estudos da paisagem no Brasil: os domínios morfoclimáticos e a fisiologia da paisagem

Na década de 1960, Ab'Sáber (1967,1969) com sua teoria de domínios morfoclimáticos e de fisiologia da paisagem com base no relevo, tornou-se um marco nos estudos sobre a temática da paisagem no Brasil.

O domínio morfoclimático é caracterizado por um conjunto espacial de uma certa ordem de grandeza territorial, entre centenas de milhares a milhões de km<sup>2</sup>, onde se observa combinação coerente de fatores climáticos, geomorfológicos, hidrológicos e pedológicos. A partir desses fatores Ab'Sáber (1967) definiu seis domínios morfoclimáticos no Brasil, além das áreas de transição e enclave.

Um aspecto importante na delimitação dos domínios morfoclimáticos é a variação climática pretérita que proporcionou a atual configuração complexa da disposição zonal dos domínios, bem como, das faixas de transição e enclaves.

Nesse sentido, o autor considera aspecto dinâmico e processual na construção das paisagens.

Já o conceito de Fisiologia da Paisagem, surge a partir da sistematização metodológico de Ab'Sáber (1969) para o estudos de caráter geomorfológicos do quaternário. O autor apresenta três níveis de análise na pesquisa geomorfológica.

O primeiro nível consiste na compartimentação topográfica e morfológica, bem como da sua caracterização e descrição. Posteriormente no segundo nível de análise, busca-se obter informações sistemáticas acerca da estrutura superficial da paisagem de todas as formas e compartimentações do relevo verificadas no nível anterior. Essa etapa se destaca por permitir as primeiras interpretações dos processos paleoclimáticos e morfoclimáticos quaternários da paisagem estudada. E, por fim, o terceiro nível que representa a fisiologia da paisagem propriamente dita, onde se busca entender os processos morfoclimáticos e pedogenéticos atuais, por meio da compreensão global da fisiologia da paisagem, a partir da dinâmica climática e de observações detalhas e auxiliadas por equipamentos de precisão (AB'SÁBER, 1969).

Os estudos de Ab'Sáber contribuíram sobremaneira para os estudos de paisagem no Brasil e influenciaram diversos pesquisadores. Dentre eles é importante destacar o trabalho de Monteiro (2000). Esse autor se utiliza dentro de sua análise da proposta de paisagem de Ab'Sáber (1969) e de geossistema de Bertrand (1971). Nos estudos de Ab'Sáber (1969), Monteiro (2000) se embasa nos três elementos importantes para se entender a paisagem: a sua compartimentação (plano horizontal), estrutura (plano vertical) e fisiologia.

Monteiro (2000) buscando a sistematização dos estudos sobre o geossistema apresenta a necessidade e desafio do geógrafo em integrar os fatores naturais e antrópicos. O autor realiza uma releitura dos postulados de Bertrand acerca da paisagem e do geossistema. Segundo Amorim (2007), Monteiro (2000) avança na conceituação bertraniana quando, em sua proposta metodológica, salienta a importância da inclusão da dimensão espacial e da sucessão escalar nos estudos ambientais.

A grande contribuição de Bertrand (1971) e Monteiro (2000) é a proposta de compartimentação em unidades de paisagem, permitindo estudar a paisagem em sua totalidade, apesar de analisada por meio de seus elementos. Partindo da análise

sistêmica da paisagem, os autores, buscam compreender os mecanismos e o funcionamento das paisagens, a partir da relação de interdependência existente entre os componentes do meio físico, bem como, por meio da compartimentação em áreas homogêneas investigar o processo de evolução que caracterizam paisagens de características semelhantes. A abordagem de unidades de paisagem dos autores permite a implementação de propostas de gestão destas unidades visto que apresentam a capacidade de suporte desse meio, tendo com isso um grande potencial para a tomada de decisão. Como produto final da compartimentação das paisagens Monteiro (2000) apresenta o Mapa-síntese de Qualidade Ambiental. Um produto cartográfico que busca representar a compartimentação espacial das relações entre o meio físico-natural e antropogênico (AMORIM, 2007).

Outra corrente de análise sobre as unidades de paisagem é formulada por ROSS (1990), que tem sua base nos estudos já apresentados de Tricart (1977) acerca das unidades ecodinâmicas. Esta abordagem se destaca pela valorização da dinâmica dos sistemas ambientais.

A partir das formulações de meios estáveis, intergrades e fortemente instáveis de Tricart (1977), Ross (1990) fundamenta sua proposta de estudar as paisagens, por meio de sua fragilidade ambiental como subsídio ao planejamento ambiental. O produto final da análise desse autor é uma cartografia sobre a fragilidade dos ambientes naturais (SPÖRL; ROSS, 2004). Essa fragilidade ambiental é calculada a partir da análise integrada da geomorfologia, dos solos, cobertura vegetal e uso do solo e clima, bem como, atribuição de valores para representar o grau de fragilidade. Sendo assim, em cada variável é atribuído um valor de 1,0 a 5,0 de acordo com a fragilidade, onde os valores próximos de 1,0 representam variáveis mais estáveis e variáveis frágeis/vulneráveis com valores próximos a 5,0.

Outra proposta de estudo das unidades de paisagem é a de Crepani et al. (1996, 2001) sobre vulnerabilidades das unidades de paisagem, assim como a proposta de Ross (1990), é baseada nas formulações de Tricart (1977). Na análise da vulnerabilidade é de fundamental importância, identificar e analisar as categorias morfodinâmicas representadas pelos meios estáveis, intergrades e instáveis, visto que, são essas categorias que formaram o produto final da avaliação de vulnerabilidade, a carta de vulnerabilidade (quadro 2).

QUADRO 2 - CATEGORIAS MORFODINÂMICAS APLICADAS AO ESTUDO DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL

<b>Categoria Morfodinâmica</b>	<b>Características</b>	<b>Relação Pedogênese/ Morfogênese</b>	<b>Valor</b>
Meios estáveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>· cobertura vegetal densa;</li> <li>· dissecação moderada;</li> <li>· ausência de manifestações vulcânicas</li> </ul>	Prevalece a Pedogênese	1,0
Meios intergrades (intermediários)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· balanço entre as interferências morfogenéticas e pedogenéticas;</li> </ul>	Equilíbrio Pedogênese/ Morfogênese	2,0
Meios instáveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>· condições bioclimáticas agressivas, com ocorrências de variações fortes e irregulares de ventos e chuvas;</li> <li>· relevo com vigorosa dissecação;</li> <li>· presença de solos rasos;</li> <li>· inexistência de cobertura vegetal densa;</li> <li>· planícies e fundos de vales sujeitos a inundações;</li> <li>· geodinâmica interna intensa.</li> </ul>	Prevalece a Morfogênese	3,0

Fonte: adaptado de Crepani et al. (2001).

Para a classificação da vulnerabilidade das unidades são atribuídos valores (de 1 a 3, em um total de 21 valores) em todas as unidades de paisagem (figura 2). Os valores próximos de 1,0 na escala de vulnerabilidade estão associados ao prevalecendo dos processos formadores de solo da pedogênese, os valores próximos a 2,0 estão associados a paisagem que apresentam maior equilíbrio entre a morfogênese e a pedogênese e, por fim, os valores próximos a 3,0 que se caracterizam pelos processos erosivos da morfogênese.

UNIDADE DE PAISAGEM	MÉDIA		GRAU DE VULNERAB.	GRAU DE SATURAÇÃO			
				VERM.	VERDE	AZUL	CORES
U1	↑	3,0	VULNERÁVEL	255	0	0	
U2		2,9		255	51	0	
U3		2,8		255	102	0	
U4	V	2,7		255	153	0	
U5	U	2,6	MODERADAM. VULNERÁVEL	255	204	0	
U6	L	2,5		255	255	0	
U7	N	2,4		204	255	0	
U8	E	2,3		153	255	0	
U9	R	2,2	MEDIANAM. ESTÁVEL/VULNERÁVEL	102	255	0	
U10	A	2,1		51	255	0	
U11	B	2,0		0	255	0	
U12	I	1,9		0	255	51	
U13	L	1,8	MODERADAM. ESTÁVEL	0	255	102	
U14	I	1,7		0	255	153	
U15	D	1,6		0	255	204	
U16	A	1,5		0	255	255	
U17	D	1,4	ESTÁVEL	0	204	255	
U18	E	1,3		0	153	255	
U19		1,2		0	102	255	
U20		1,1		0	51	255	
U21		1,0		0	0	255	

Figura 2 - Escala de vulnerabilidade ambiental.  
Fonte: Crepani et al. (2001)

Este modelo de classificação é aplicado individualmente para as variáveis geológicas, geomorfológicas, pedológicas, climatológicas e de cobertura vegetal que compõe a paisagem, que por meio de uma média aritmética dos valores recebe um valor final que representa a vulnerabilidade/estabilidade unidades de paisagem (Equação 1).

$$V = \frac{(G + R + S + Vg + C)}{5} \quad (1)$$

onde:

V = Vulnerabilidade

G = vulnerabilidade para o tema Geologia

R = vulnerabilidade para o tema Geomorfologia

S = vulnerabilidade para o tema Solos

Vg = vulnerabilidade para o tema Vegetação

C = vulnerabilidade para o tema Clima

Fonte: CREPANI ET AL. (2001).

A partir das propostas teórico-metodológicas analisadas, percebe-se a importância do estudo da paisagem inserida numa perspectiva geossistêmica na sistematização de um ordenamento territorial, buscando entender a dinâmica das paisagens por meio da relação entre a sociedade e suas interações com a natureza. Diante desse estudo das unidades de paisagem é indispensável analisar os fenômenos geográficos de uma forma integrada e global, um desafio para o geógrafo.

Sendo assim, será utilizado nesse trabalho a classificação taxonômica das unidades de paisagem e os critérios de tipologia dinâmica estabelecidos por Bertrand (1971) com base na teoria de biorresistência de ERHART (1956), dando destaque para a estrutura e a dinâmica da paisagem. E para a análise da capacidade de suporte da paisagem à ação antrópica, serão utilizados os critérios e a tipologia ecodinâmica de Tricart (1977) e Tricart e Killian (1979), a partir dos índices de estabilidade/instabilidade presentes na metodologia proposta por Crepani et al. (1996, 2001). O conceito de paisagem adotado será de Bertrand (1971), onde esta é o resultado da combinação dinâmica (instável) de aspectos físicos, bióticos e antrópicos que se inter-relacionam dialeticamente, fazendo da paisagem um conjunto único e indissociável, que se apresenta em perpétua evolução.

Para representação e análise da realidade estudada por meio da leitura da paisagem, utilizou-se como instrumento a representação cartográfica, por meio do SIG, uma vez que possibilita espacializar as informações provenientes da análise de diversas fontes de informações e integrá-las, permitindo uma visão globalizante das unidades de paisagem.

## **CAPÍTULO 2 - O ORDENAMENTO TERRITORIAL DENTRO DE UMA PERSPECTIVA MORFODINÂMICA DAS UNIDADES DE PAISAGEM E O PAPEL DA CARTOGRAFIA DA PAISAGEM**

O conceito de ordenamento empregado no trabalho é analisado como a capacidade de se entender até que ponto e de que maneira se pode intervir no meio sem por em marcha processos de degradação mais ou menos graves, e muitas vezes difíceis de recuperar. Esta perspectiva leva a necessidade de compreender qual é a instabilidade dos sistemas naturais frente aos diversos tipos de intervenções antrópicas (TRICART; KILLIAN 1982). Portanto, entende-se que o ordenamento territorial visa compatibilizar as necessidades de uso e ocupação do solo pela sociedade com a capacidade de suporte do território ocupado (ALMEIDA, 2007).

O processo de ordenamento do território adotado levará em consideração a intensidade dos processos atuais, classificando-os em três meios morfodinâmicos: meios estáveis, intermediários (intergrades) e instáveis (TRICART, 1976, 1977).

Os meios estáveis são caracterizados pelo predomínio dos fenômenos pedogenéticos em relação aos fenômenos morfogenéticos, sendo típicos de regiões que apresentam: cobertura vegetal significativamente densa para colocar um freio eficaz no desencadeamento dos processos mecânicos da morfogênese; dissecação moderada, sem incisão violenta dos cursos d'água e solapamentos vigorosos dos rios e; ausência de atividades vulcânicas que possam gerar eventos catastróficos, desencadeando paroxismos morfodinâmicos (TRICART, 1976).

Os meios Intermediários (intergrades) são caracterizados pela interferência permanente e concomitante no mesmo espaço de fenômenos morfogenéticos e pedogenéticos.

Por fim, nos meios instáveis a morfogênese se apresenta como o elemento predominante da dinâmica do meio natural. Nestes meios as ações antrópicas somadas a dinâmica natural podem desencadear processos degradantes, uma vez que essas áreas se caracterizam por cobertura vegetal mais insipiente, relevos com maior gradiente de declividade e solos pouco desenvolvidos. Sendo assim, essas áreas apresentam-se com maior propensão a processos erosivos.

No processo histórico de reprodução socioespacial da microbacia do Igarapé Moura, percebe-se que esta apresenta uma dinamicidade, tanto do ponto de vista do

crescimento urbano como no desenvolvimento das atividades agropecuárias, sendo assim, observa-se modificações significativas da paisagem da microbacia. Diante dessa realidade, a análise da instabilidade do meio físico das unidades de paisagem, torna-se um instrumento que possibilita o conhecimento da capacidade de suporte do território às transformações socioespaciais, uma vez que a metodologia de classificação da estabilidade/instabilidade do meio físico foi desenvolvida pelo INPE como instrumento para Zoneamento Ecológico Econômico da Amazônia Legal com o intuito de dar subsídios ao ordenamento territorial da região.

Diante disso, por meio desta metodologia, busca-se realizar diagnóstico detalhado da paisagem fundamentado pela relação entre morfogênese/pedogênese e a potencialidade, para estudos integrados, das imagens de satélite, uma vez que permitem uma visão sinótica e holística das unidades de paisagem (CREPANI ET AL., 1996).

Para a análise da capacidade de suporte da paisagem às ações antrópicas, foram utilizados os critérios e a tipologia ecodinâmica (Tricart, 1976, 1977; Tricart e Killian, 1979) e sistematizadas por Crepani et al. (1996, 2001). Serviram de base os dados sobre geologia, relevo, hipsometria, declividade, cobertura e uso do solo.

Para obtenção desta visão sinótica e holística da paisagem, os produtos de sensoriamento remoto orbital (imagens TM-LANDSAT e SPOT) são processados e interpretados, a partir de elementos como forma, textura, relevo, drenagem, tonalidades de cinza ou matizes de cores. Por meio dessa interpretação são cartografadas as unidades de paisagem e estabelecida a sua capacidade de suporte, tendo em vista a instabilidade do meio físico, a aptidão agrícola dos geossistemas e a incompatibilidade legal.

Sendo assim, o diagnóstico da capacidade de suporte das unidades de paisagem da microbacia do Igarapé Moura foi realizado por meio da interação entre os elementos físicos, biológicos e antrópicos, partindo de um esforço em analisar a paisagem a partir de uma perspectiva integrada e ecodinâmica, levando em consideração a relação entre a morfogênese e a pedogênese.

## 2.1 CARTOGRAFIA DAS UNIDADES DE PAISAGEM COM USO DO SIG

A cartografia é um instrumento geográfico para representar o mundo real e, portanto, uma forma de comunicação. Sua complexidade se dá pela busca de abstração dos elementos que constituem a realidade, sendo necessário, por conseguinte, definir que aspecto da realidade e grau de detalhamento ou generalização (escala) será representado no mapa. Isso, se torna importante, pois ao cartografar as unidades de paisagem é necessário o entendimento da dinâmica sistêmica da realidade, representada pelos aspectos naturais e sociais e suas inter-relações.

A delimitação cartográfica das unidades de paisagem por meio dos sistemas geoinformativos se torna uma necessidade por ser um instrumento capaz de coletar, armazenar, processar e analisar um volume complexo de informações que permite entender a paisagem de forma sistêmica e integradora, subsidiando assim, um ordenamento territorial. Essa abordagem em busca de ordenamento territorial visa compatibilizar as necessidades de uso e ocupação do solo pela sociedade com a capacidade de suporte do território ocupado (ALMEIDA, 2007).

Diante disso, as ferramentas computacionais do geoprocessamento, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), são um valioso auxílio no processo de análise, mapeamento e monitoramento, pois permite a obtenção de dados de forma ágil e confiável, podendo estes dados serem armazenados, integrados e analisados dentro de um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), tendo a possibilidade ainda de trabalhar de forma multiescalar (ROSA, 1995) .

A utilização do Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) é de fundamental importância para o armazenamento e integração de dados espaciais e dados alfanuméricos no desenvolvimento dos SIGs. Inicialmente os SIGs armazenavam esses tipos de dados em arquivos internos, todavia, quando se trabalha com um grande volume integrado de informações espaciais e não-espaciais esse método apresenta problemas (CÂMARA ET AL., 2001). Sendo assim, atualmente o armazenamento de dados em arquivos internos nos SIG's vem sendo substituído pelo SGBD (ROSA, 1995).

Diante da complexidade dos estudos de paisagem os dados necessitam de uma organização de informações dentro de um banco de dados geográfico ou georreferenciado. Para que sejam bem aproveitadas as potencialidades dos SIG's

para o planejamento/ordenamento territorial, a partir de uma leitura da paisagem, é de fundamental importância que os dados apresentem três requisitos: (a) integridade, caracterizada pelo controle ou regras de restrição de acesso por vários usuários; (b) eficiência, definida pela capacidade de acessar e modificar grande quantidade de dados (alfanuméricos e geográficos); e (c) persistência, que representa o armazenamento dos dados por um longo período, independente dos aplicativos que lhe dão acesso (CÂMARA ET AL., 2001).

A integração destes requisitos, para o estudo da paisagem, garante a confiabilidade dos dados e permite que eles sejam editados de forma segura, por meio de normas e regras que conferem a estes dados uma validade técnica e científica.

Nesse sentido, entende-se que a utilização do SIG no processo de cartografia das unidades de paisagem para fins de ordenamento e planejamento territorial possui fundamental importância. Segundo Ferreira (2007), independente do olhar geográfico adotado o SIG é um instrumento importantíssimo para a decisão geográfica (FERREIRA, 2007, p. 123).

A utilização do SIG e do Sensoriamento Remoto, no estudo da paisagem, possibilita novas formas de mapeamento e processamento de dados, pois viabiliza a organização de vários planos de informação (*layers*) que permitem serem agrupados, modelados e apresentados interativamente, de acordo com necessidades analíticas do pesquisador e/ou usuário do sistema. Antes, no meio analógico, o mapa apresentava um caráter estático, representando de forma rígida a temporalidade no qual foi desenvolvido. Já no ambiente SIG, é possível armazenar, analisar e atualizar os dados espaciais de forma dinâmica e eficiente dentro de um SGBD, gerando diversos produtos atualizados como mapas, gráficos, estatísticas, etc.

Esses instrumentos técnicos são de fundamental importância para a caracterização fisiográfica e socioeconômica da paisagem, para a classificação e representação das unidades de Paisagem. A análise das unidades de paisagem enquanto uma totalidade sistêmica possibilita o processo de ordenamento territorial, pois permite entender a capacidade de suporte de uma determinada unidade, dentro de um contexto analítico mais amplo, por exemplo, entender que um impacto ambiental em uma unidade de paisagem, pode afetar de forma direta ou indireta

outra unidade. Por isso, a necessidade de trabalhos dessa natureza para contribuir para gestão ambiental.

Portando, este trabalho apresenta o desafio de analisar e cartografar, a partir do uso dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), a situação das unidades de paisagem do Igarapé Moura face às ações antrópicas. Uma vez que, entende-se que essas ações não foram pensadas a partir de um planejamento/ordenamento territorial que compatibilize a capacidade de suporte das unidades de paisagem com os tipos de atividades produtivas a elas submetidas.

### **CAPÍTULO 3 – DINÂMICA DE OCUPAÇÃO TERRITORIAL E CARACTERIZAÇÃO FIOGRÁFICA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ MOURA, MUNICÍPIO DE CASTANHAL**

#### **3.1. FORMAS DE OCUPAÇÃO TERRITORIAL DO MUNICÍPIO DE CASTANHAL**

O processo de formação do Município de Castanhal se deu pela influência do dinamismo socioeconômico fomentado pela Ferrovia Belém-Bragança, proporcionando um maior fluxo de mercadorias e pessoas entre esses espaços, principalmente após a inauguração da Estação Ferroviária de Castanhal em 1904, que impulsionou sobremaneira o desenvolvimento do comércio. O início do processo de urbanização desse Município também está relacionado à construção dessa estrada de ferro (iniciada em 24/06/1883).

Siqueira (2008) destaca a contribuição da construção da ferrovia para a colonização da região, bem como, a imigração de nordestinos, sobretudo, cearenses fugindo da seca, ocorrida em 1888 e atraídos pela oferta de serviços ligados a coleta de látex nos seringais, colonização de terras da zona Bragantina e mão de obra para construção da Ferrovia Belém-Bragança (SIQUEIRA, 2008).

De acordo com Siqueira (2008), antes da construção da Estrada de Ferro Belém-Bragança, quando Castanhal apresentava uma colonização pioneira (1870 à 1883), esse Município era um espaço marcado por populações tradicionais que desenvolviam atividade extrativista e agricultura de subsistência, além de servir como um ponto de referência aos boiadeiros que se destinavam para Belém, haja vista que possuía grandes áreas de pastos naturais para suas boiadas. Nascia, assim, o núcleo populacional chamado de Campos de Castanhal.

Segundo Miranda (2009), nesse período de colonização pioneira (antes da implantação da Estrada de Ferro), Castanhal possuía um comércio tradicional e, foi com a construção da Ferrovia, que intensificou o seu papel de centralidade regional. Uma vez que a estação de Castanhal servia de ponta de trilhos para o Município de Curuçá e outras localidades rurais de seu entorno.

A localização do Município de Castanhal foi um ponto importante para o seu crescimento, uma vez que era servido pelo principal eixo de integração entre a região Bragantina e a Capital do Estado. Esse aspecto locacional possibilitou ao Município se tornar um entreposto comercial agrícola, atendendo as necessidades de municípios de seu entorno, como Curuçá, Marapanim, Inhangapi e Santa Maria

do Pará que, antes só tinham Belém como fonte de abastecimento de mercadorias (SIQUEIRA, 2008).

A construção da Ferrovia Belém-Bragança teve início em 24 de junho de 1883, no Município de Belém. Em 1893, os trilhos chegam ao Município de Castanhal, onde, em 1904, é inaugurada a estação de Castanhal. Esta estação Ferroviária se localizava na atual Avenida Barão do Rio Branco, entre as travessas Maximino Porpino e Magalhães Barata (SIQUEIRA, 2008).

No período em que foi inaugurada a Estação Ferroviária, Castanhal havia pouco tempo se estabelecido enquanto categoria de vila, pela Lei nº. 646, de 6 de junho de 1899, juntamente com os povoados de Benevides, Santa Izabel do Pará e Apeú. A inauguração oficial de instalação da Vila de Castanhal ocorreu dois anos depois, em 15 de agosto de 1901, na comemoração da adesão do Pará à independência nacional (CRUZ, 1955).

Em 1905, o então Intendente Municipal Antônio Lemos, mediante a Lei nº. 957 estabelece a incorporação da Vila de Castanhal ao patrimônio do Município de Belém (CRUZ, 1955). A institucionalização de Castanhal como município foi estabelecida pela Lei nº. 600, de 28 de janeiro de 1932.

Percebe-se, portanto, que a construção da Ferrovia foi um fator significativamente importante para o desenvolvimento sócio econômico do Município de Castanhal, sobretudo, pela sua consolidação enquanto entreposto comercial agrícola.

A partir da desativação da Estrada de Ferro, na década de 1960, e a implementação do projeto de integração nacional do Governo Federal através das rodovias, Castanhal passou por significativas modificações. Se antes o Município apresentava uma característica eminentemente rural, a partir deste momento ganha um novo conteúdo (MIRANDA, 2009), onde as atividades urbanas ligadas, sobretudo, ao comércio, serviços e indústrias são o bojo do processo de reorganização do Município.

Além das atividades urbanas, Castanhal passa por uma reestruturação de seu espaço rural, uma vez que antes desse processo o campo era caracterizado pela agricultura em pequenas propriedades familiares. A partir da integração do território pelo padrão rodoviário, nas décadas de 1960 e 1970, há no Município a introdução da agricultura comercial, da pecuária de corte e leiteira, e da extração mineral (grês

do Pará, areia e laterita).

Analisar a dinâmica da paisagem do Município de Castanhal nesse período, torna-se importante, uma vez que, a área de estudo destacada na referente pesquisa (Bacia do Igarapé Moura) foi cortada por essa Ferrovia, proporcionando dessa forma uma reestruturação de sua paisagem, principalmente com o avanço do processo de urbanização no setor sudoeste da bacia.

Verificou-se que no início da década de 1980 a área urbana ocupava 418.82 hectares (3%) do território da bacia, concentrando-se, sobretudo no setor sudoeste, ao longo da BR-316, da PA-136 e da PA-320. Já em 1994 a área urbana representava 831.72 hectares (7%), um crescimento de mais de 130% em uma década.

O avanço da urbanização também alterou a cobertura vegetal da área uma vez que foi possível identificar que no início da década de 1980, já se observava uma significativa modificação da cobertura vegetal na Bacia do Igarapé Moura a partir de intervenção antropogênica. Nesta década, também percebeu-se o domínio das áreas produtivas ligadas as atividades agropecuárias ao longo de toda a bacia representando, mais da metade de sua área.

Esse processo de reorganização espacial causou/causa significativa mudança paisagística, e a bacia hidrográfica do Igarapé Moura é uma área amostral representativa dessas mudanças, sendo uma das mais dinâmicas do Município.

## 3.2. CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ MOURA, MUNICÍPIO DE CASTANHAL

### 3.2.1. Clima

O Município de Castanhal apresenta um clima equatorial megatérmico e úmido. A temperatura média anual é elevada, em torno de 25° C e máxima de, aproximadamente 40°C. Possui pequena amplitude térmica e precipitação abundante ao longo de todo o ano. Mas, apesar da regularidade das chuvas o Município apresenta um período mais chuvoso entre dezembro e maio e, outro menos chuvoso, de junho a novembro. A umidade relativa do ar é significativamente elevada entre 85% e 90% (PARA, 2010).

A partir dos dados pluviométricos medidos pela estação Castanhal-A202, fornecidos pelo Instituto nacional de Meteorologia (BRASIL, 2013), foi possível verificar uma média anual de 2542 mm e uma média mensal de 212 mm no período entre 1998 e 2010 (tabela 1). O elevado índice pluviométrico na região onde a Bacia do Igarapé Moura está localizada é um fator condicionante dos processos dinâmicos da paisagem da Bacia, sobretudo pelo escoamento superficial.

TABELA 1 – INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA NA ESTAÇÃO AUTOMÁTICA CASTANHAL-A202 NO PERÍODO ENTRE 1998 E 2010

ANO / MÊS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	MM/ANO	MÉDIA/ MM/ANO
<b>1998</b>	326	124	425	381	274	141	99	84	68	82*	34	278	2316	193
<b>1999</b>	178	276	550	209	181	212	277	108	79	71	173	213	2527	211
<b>2000</b>	271	243	240	235	270	190	209	66	54	72	270	208	2328	194
<b>2001</b>	606	516	358	326	835	615	212	118	111	128	132	222	4179	348
<b>2002</b>	424	437	492	453	175	101	226	123	94	61	39	211	2836	236
<b>2003</b>	164	120	141	361	266	184	180	42	145	47	68	188	1906	159
<b>2007</b>	208	281	325	372	323	138	128	81	39	66	38	256	2255	188
<b>2008</b>	284	320	309	447	244	294	98	97	72*	82*	100*	204*	2551	213
<b>2009</b>	297*	273*	172	412	448	419	129	56	39	139	44	56	2485	207
<b>2010</b>	207	142	185	387	278	204	105	128	21	70	100*	204*	2032	169
<b>MÉDIA/ MM</b>	297	273	320	358	329	250	166	90	72	82	100	204	2542	212

Fonte: BRASIL, INMET, 2013.

\* Meses em que foi estabelecida a média de pluviosidade mensal, haja vista problemas de medição na estação pluviométrica.

Segundo Tricart (1977), o escoamento superficial pode ocorrer pela saturação do solo (os poros do solo estão cheios de água) ou, mais comumente, pela erosão fluvial. Essa erosão fluvial é gerada pela função da energia cinética das gotas com a resistência mecânica dos agregados, que gera a impermeabilização do solo, logo o escoamento superficial. Diante disso, a intensidade pluviométrica elevada na Bacia hidrográfica contribui para esse tipo de erosão.

Portanto, é de fundamental importância a associação dos aspectos climáticos com os outros componentes fisiográficos da paisagem da Bacia (cobertura sedimentar, unidade lito-estratigráfica, morfologia, morfometria, solo, cobertura vegetal e uso do solo), uma vez que podem contribuir para aceleração dos processos morfogênicos, sendo assim a necessidade de um estudo integrado para analisar a capacidade de suporte do meio físico às ações antrópicas, para melhor ordená-la territorialmente.

### 3.2.2. Cobertura sedimentar e unidade lito-estratigráfica

Ao analisar o contexto geológico regional, no qual a Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura se encontra inserida (figura 3), percebe-se que esta pertence à Plataforma Bragantina, uma região tectonicamente estável entre bacias sedimentares. Esta plataforma é caracterizada segundo Rossetti (2001, 2006) por apresentar depósitos miocênicos denominados Formação Pirabas (Neo-Oligoceno/Eomioceno) e Formação Barreiras (Meso-Neomioceno ao Plioceno), bem como, por sedimentos Pós-Barreiras (Pleistoceno ao início do Holoceno).

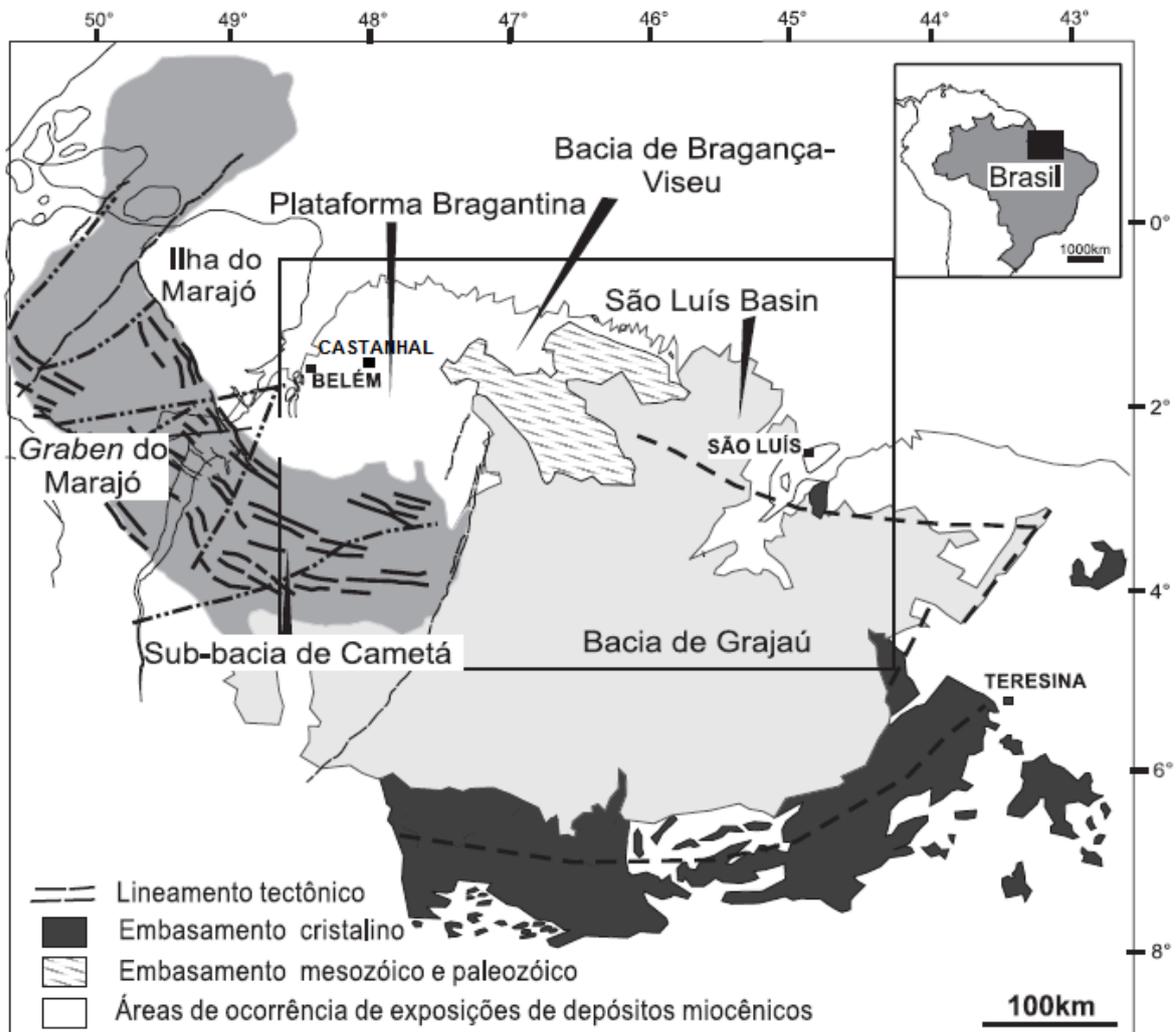


Figura 3 - Localização das bacias sedimentares e plataformas na região norte do Brasil que possuem exposições de depósitos miocênicos.

Fonte: Rossetti (2006).

A partir de estudos da análise da cobertura sedimentar e unidade lito-estratigráfica da Plataforma Bragantina, Rossetti (2001), identifica e caracteriza três sucessões estratigráficas limitadas por discordâncias regionais e designadas de sequência deposicional A, B e C (quadro 3).

**QUADRO 3 - COLUNA LITO-ESTRATIGRÁFICA DA PLATAFORMA BRAGANTINA**

ÉPOCA		UNIDADE LITO-ESTRATIGRÁFICA	SEQUENCIA DEPOSICIONAL
HOLOCENO PLEISTOCENO		Pós-Barreiras	C
PLIOCENO	Sup.	Paleossolo Laterítico	DS 3
		Formação Barreiras Superior - Médio	B
MIOCENO	Méd.		DS 2
		Formação Barreiras Inferior	A
OLIGOCENO SUPERIOR	Inf.	Formação Pirabas	
		Paleossolo Bauxílico - Laterítico	DS 1

**Fonte:** Adaptado de Rossetti, 2001.

A sequência “A” corresponde à Formação Pirabas e a parte inferior da Formação Barreiras, datadas do Oligoceno Superior ou Mioceno Inferior, compreendendo uma faixa gradual de transição entre essas duas formações. Esta sequência é composta por calcários terrígenos, folhelhos negros carbonáceos e arenitos calcíferos interdigitados com argilitos e arenitos variegados (ROSSETTI ET AL., 2001).

A sequência “B” corresponde à Formação Barreiras, datada do Mioceno Médio ao Plioceno, compreendendo a faixa intermediária da Formação Barreiras. Esta sequência é composta por argilitos e arenitos variegados (ROSSETTI ET AL., 2001) e segundo Rossetti et al. (1989) podem ser caracterizados em 11 litofácies: argila com laminação plano-paralela; argilosa maciça; arenosa sem estruturação

aparente; arenosa com estratificação cruzada acanalada; arenosa com estratificação cruzada tabular/ arenoargilosa com estruturas *wavy* e *linsen*; arenosa com ondulâncias cavalgantes ascendentes; arenosa grossa e conglomeráticas; conglomeráticas; conglomeráticas com seixos de argila; arenosa com estratificação sigmoidal; blocos de arenitos ferruginoso e/ou seixos de quartzo.

A sequência “C” corresponde aos Sedimentos Pós-Barreiras datados do Pleistoceno ao Holoceno Inferior (ROSSETTI ET AL., 2001). Esta sequência, segundo Sá (1969), é formada por sedimentos não consolidados areno-argilosos, compostos de quartzo, argila e silte, facilmente degradados. Esses sedimentos apresentam leitos com reduzida espessura de seixos, bem como, arenitos ferruginosos em blocos rolados ou pouco movimentados.

Ao analisar a cobertura sedimentar e unidade lito-estratigráfica da região onde está inserido o Município de Castanhal, Souza Jr. et al. (1992), verificou que esta é caracterizada por formações sedimentares, destacando-se o Grupo Barreiras-Pós-Barreiras e sedimentos recentes (quadro 4).

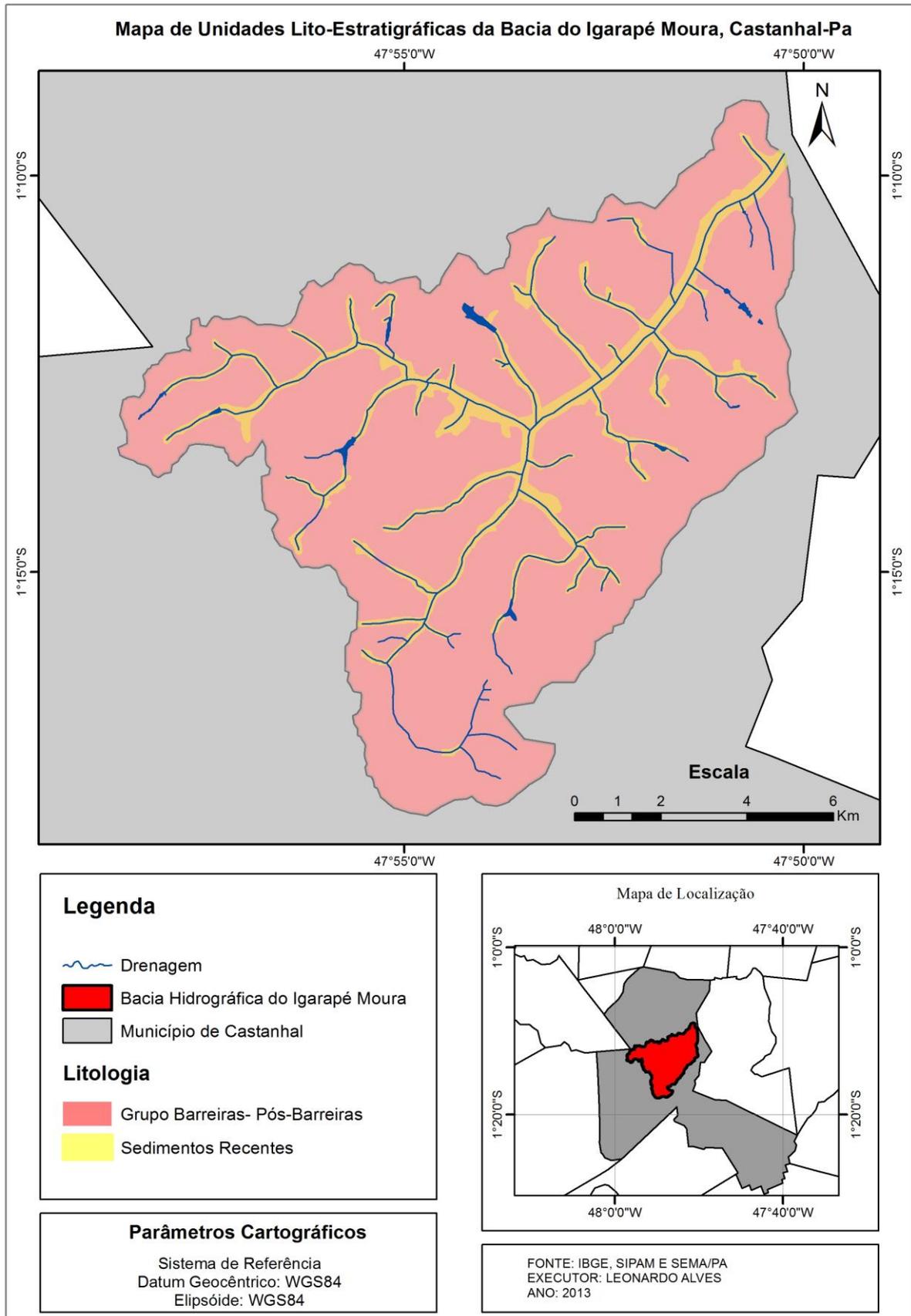
QUADRO 4 - COLUNA LITO-ESTRATIGRÁFICA DA REGIÃO DE CASTANHAL

Era	Período	Época	Unidades	Descrição
Cenozoica	Quaternário	Holoceno	Sedimentos Recentes	Coberturas arenosas e argilosas das atuais áreas de várzeas e barras fluviais.
			Sedimentos Pós-Barreiras	Sedimentos areno-argilosos, maciços, coloração amarela, apresentando grânulos de quartzo e concreções ferruginosas dispersas aleatoriamente.
		Pleistoceno	Grupo Barreiras-Pós-Barreiras	Sedimentos argilosos com laminação plano paralela, coloração vermelha amarelada com tons esbranquiçados, bioturbados, localmente gretas de contração; sedimentos arenosos de granulação fina a média, estratificações cruzadas do tipo acanalada (tangencial), sigmoidal e estratificações de maré; sedimentos areno-argilosos maciços ou com estratificações incipientes; conglomerados com seixos de quartzo e quartzito.
	Terciário	Plioceno Mioceno		

Fonte: Adaptado de Souza Jr. et al. (1992).

Na bacia hidrográfica do Igarapé Moura os sedimentos do Grupo Barreiras-Pós-Barreiras representam 91% da área da Bacia e em menor escala os sedimentos recentes com apenas 9% de origem aluvial que se desenvolvem ao longo das margens da rede de drenagem da Bacia (mapa 2).

Portanto, ao analisar a litologia da área de estudo, verifica-se o predomínio dos sedimentos do Grupo Barreiras-Pós-Barreiras e de forma mais restrita os sedimentos recentes de origem aluvial.



Mapa 2 - Unidades Lito-Estratigráficas da Bacia do Igarapé Moura, Castanhal-Pa.  
 Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

### 3.2.3. Morfologia e Morfometria

Os pacotes sedimentares do Grupo Barreiras-Pós-Barreiras constituem o substrato geológico dos baixos platôs, tabuleiros e colinas do município de Castanhal e, particularmente, da bacia do Moura. Essas formas de relevo integram o Domínio das Terras Baixas Equatoriais Florestadas ou Domínio dos Tabuleiros e Baixos Platôs Equatoriais Florestados (Ab'Sáber, 1967). A partir de tal classificação é possível identificar as características morfológicas do relevo da região, sobretudo, a predominância de formas tabulares de baixas altitudes.

Ao analisar as unidades de relevo do Município de Castanhal, Valente et al. (2001) afirma que este é formado, principalmente, por tabuleiros ou baixos platôs pediplanados<sup>4</sup> e em menor escala por colinas de topos aplainados, moderadamente dissecadas, ao longo das Margens do Rio Apeú e Inhangapí e próximo a sede municipal.

A morfologia de tabuleiros da Amazônia está associada a processos oriundos das variações climáticas, onde houve períodos mais secos que a atual condição climática. Diante disso, houve um processo de dissecação da superfície pediplanada com o aplainamento da mesma agindo sobre as áreas mais elevadas da Formação Barreiras e gerando significativa quantidade de Sedimentos Pós-Barreiras (ROSSETTI, 2004). Os tabuleiros são áreas de origem sedimentar, de baixa altitude, e relevo plano (FLORENZANO, 2008). Em castanhal, os tabuleiros não possuem limites abruptos. Ao contrário, a topografia grada suavemente em direção às planícies aluviais.

As colinas são caracterizadas por um relevo suavemente ondulado, onde ocorrem baixas elevações do terreno, amplitude altimétrica entre 20 e 60 metros e altas declividades (FLORENZANO, 2008). Já os baixos os baixos platôs são caracterizados por setores aplainados e rebaixados em relação aos Tabuleiros (AB'SÁBER, 1975, 2004; BORELLI, 2005)

Na Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura foi possível verificar quatro unidades de relevo bem definidas: as áreas formadas por tabuleiros, colinas, baixos platôs e pelas planícies aluviais (mapa 3).

---

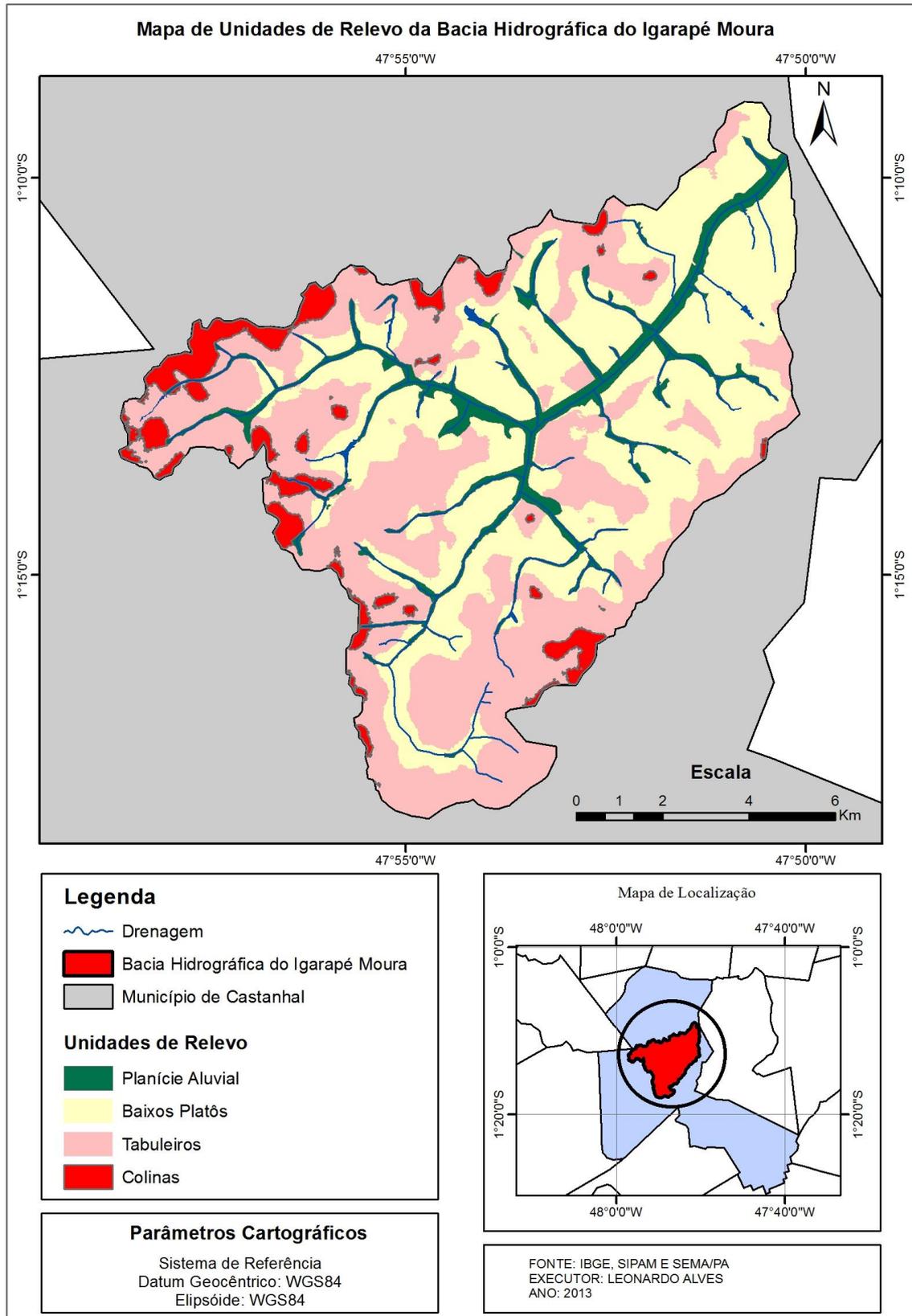
<sup>4</sup> Segundo Ab'Sáber (1975), o pediplano é um processo erosivo de extensão regional onde ocorre um aplainamento lateral, sob condições áridas ou semiáridas pronunciadas. Remontando assim as oscilações climáticas ocorridas em períodos pretéritos, no qual a Amazônia apresentava uma característica menos úmida do que o momento atual.

Os baixos platôs representam a maior parte da área da bacia do Igarapé Moura com 43%. Sua morfologia é caracterizada pelo aspecto tabular e por vezes levemente ondulada e com hipsometria entre 13 e 40 metros (mapa 4). Essa unidade de relevo fica situada topograficamente acima das planícies aluviais.

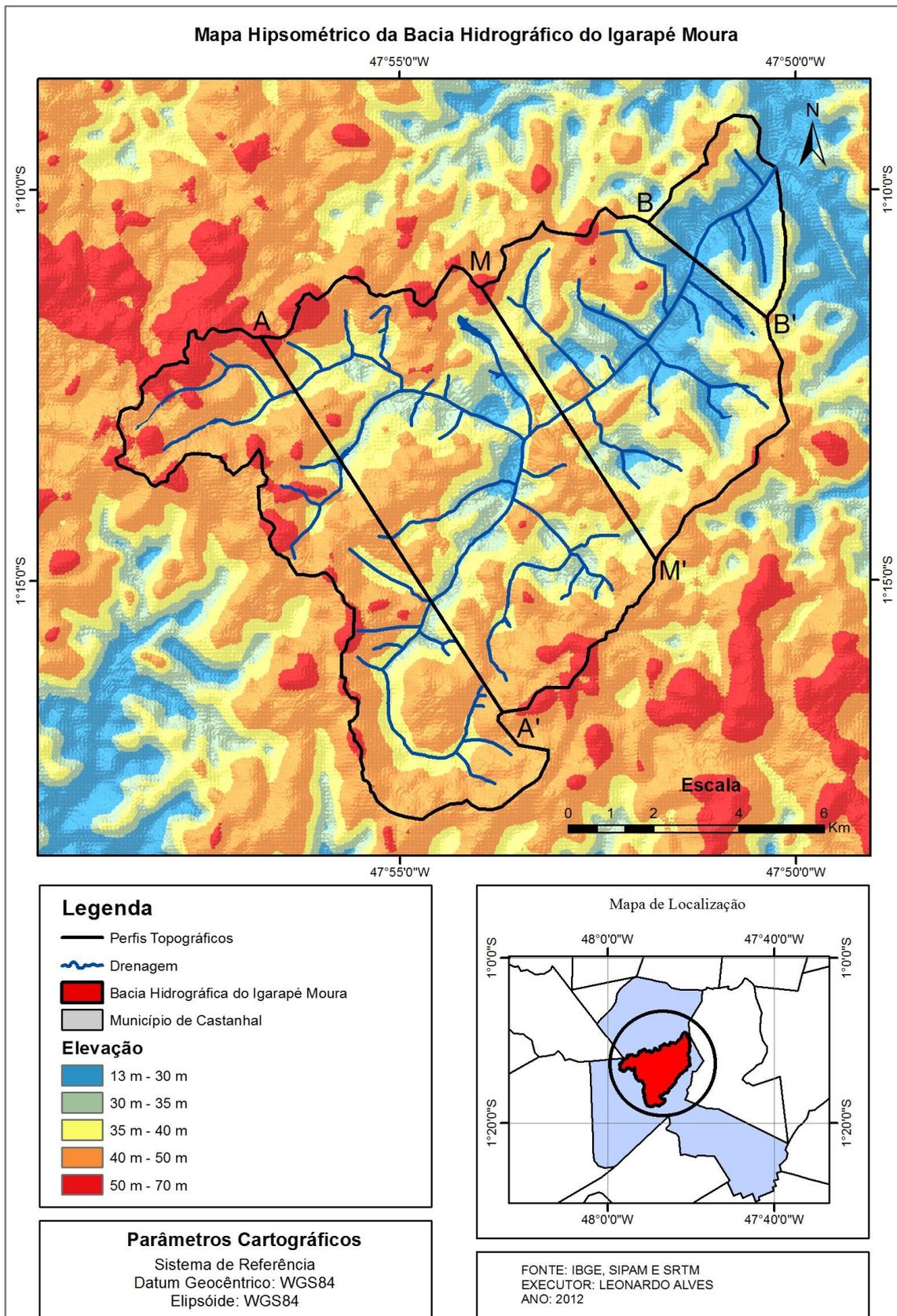
Os tabuleiros têm hipsometria entre 40 e 70 metros (acima de 40 metros) e, juntamente com os baixos platôs, é a unidade de relevo mais representativa da microbacia do Igarapé Moura com 42%. Apresenta morfologia de plana a suavemente ondulada. Secundariamente, ocorrem colinas de topo aplainado ou convexizado, com altitudes acima de 40 metros, que representam 6% da área da microbacia.

Do ponto de vista lito-estratigráfico, tanto os baixos platôs como os tabuleiros e colinas são constituídos por sedimentos do Grupo Barreiras-Pós-Barreiras, cuja gênese remonta do Terciário (Mioceno ao Plioceno) ao Quaternário (Pleistoceno e início do Holoceno).

As áreas de planícies aluviais são aquelas caracterizadas pelas baixas altitudes, abaixo de 20 metros, sujeitas a inundações periódicas. Essa unidade de relevo constituem 9% da área de estudo e constituem o leito maior do Igarapé Moura e de seus principais tributários. Essas áreas são recobertas por sedimentos aluvionares e matas aluviais. Do ponto de vista geológico são formados por sedimentos recentes (Holoceno).



Mapa 3 - Unidades de Relevo da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura, Castanhal-PA.  
Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.



Mapa 4 - Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura, Castanhal-PA.  
Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

Para a representação ou reconhecimento das formas de relevo, por meio dos perfis transversais, foi necessário exagerar a escala vertical em relação à escala horizontal em decorrência do baixo gradiente topográfico que predomina na bacia. Desse modo, são discriminadas as unidades de relevo com base nos dados morfométricos e morfológicos, sendo os seguintes: colinas, tabuleiros, baixos platôs e planícies aluviais (figuras 4, 5 e 6).

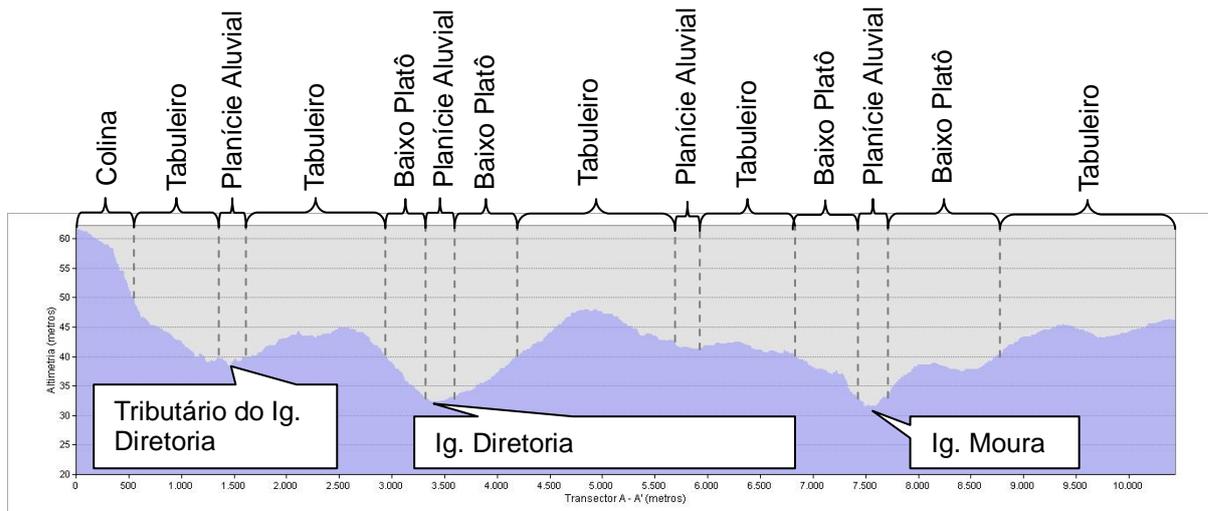


Figura 4 - Perfil transversal A-A' da microbacia do Igarapé Moura, mostrando as unidades de relevo.

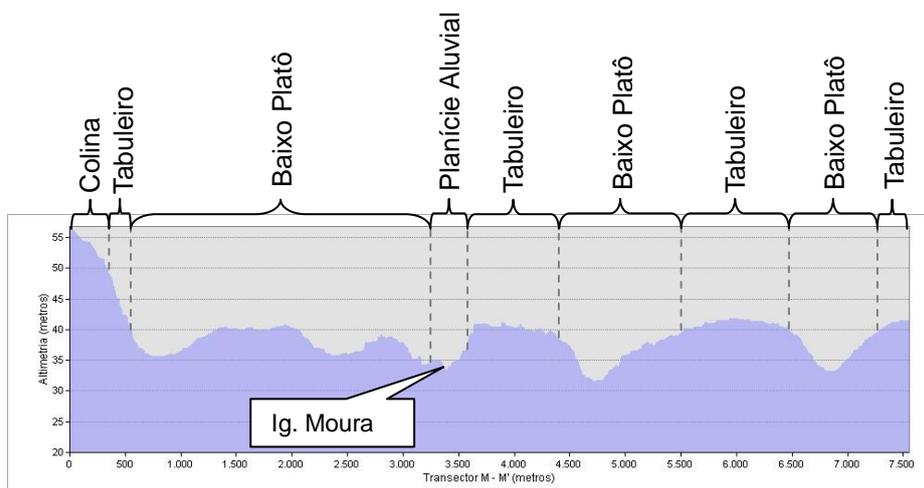


Figura 5 - Perfil transversal M-M' da microbacia do Igarapé Moura, mostrando as unidades de relevo.

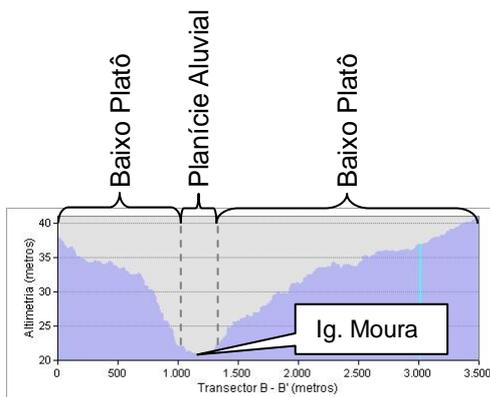


Figura 6 - Perfil transversal B-B' da microbacia do Igarapé Moura, mostrando as unidades de relevo.

Ao analisar a variação altitudinal, representada pela configuração hipsométrica do relevo da Bacia, verifica-se que as maiores elevações não ultrapassam os 70 metros em relação ao nível do mar, sendo essas áreas predominantemente localizadas no setor noroeste (mapa 4 e figura 4). Sendo assim, percebe-se que nesta porção perfil A-A' (figura 4) da Bacia do Igarapé Moura a morfologia e morfometria é caracterizada pelas colinas de topo convexizado e pelos tabuleiros (figura 4). Já nos setores centroeste e sudoeste da Bacia é possível perceber uma sucessão de baixos platôs e tabuleiros.

No perfil transversal apresentando M-M' (figura 5 e mapa 4) é possível perceber uma redução na maior cota para 60 metros (figura 7) de altitude e o maior predomínio dos tabuleiros e baixos platôs de topografia de plana a suavemente ondulada, oriundas de processos de aplainamento regional pretérito, decorrente de variação climática durante o Quaternário.

Por fim, perfil transversal apresentando B-B' (figura 6 e mapa 4) é possível verificar a presença predominante dos baixos platôs e a planície aluvial do Igarapé Moura próximo a sua foz. Neste setor da Bacia as cotas altimétricas não ultrapassam os 40 metros (Figura 7).

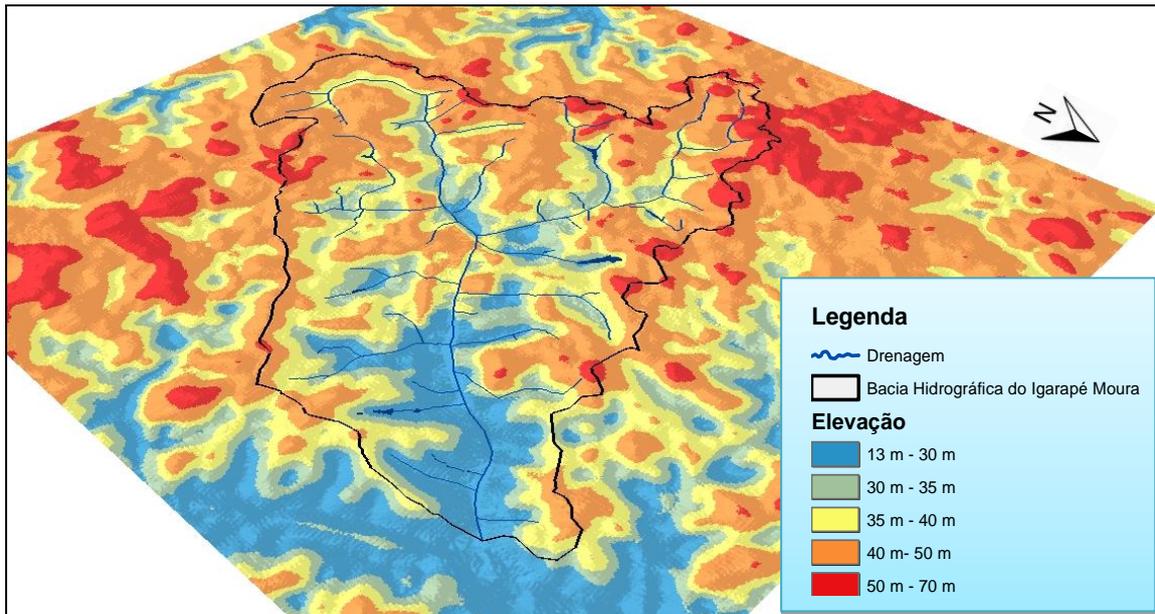
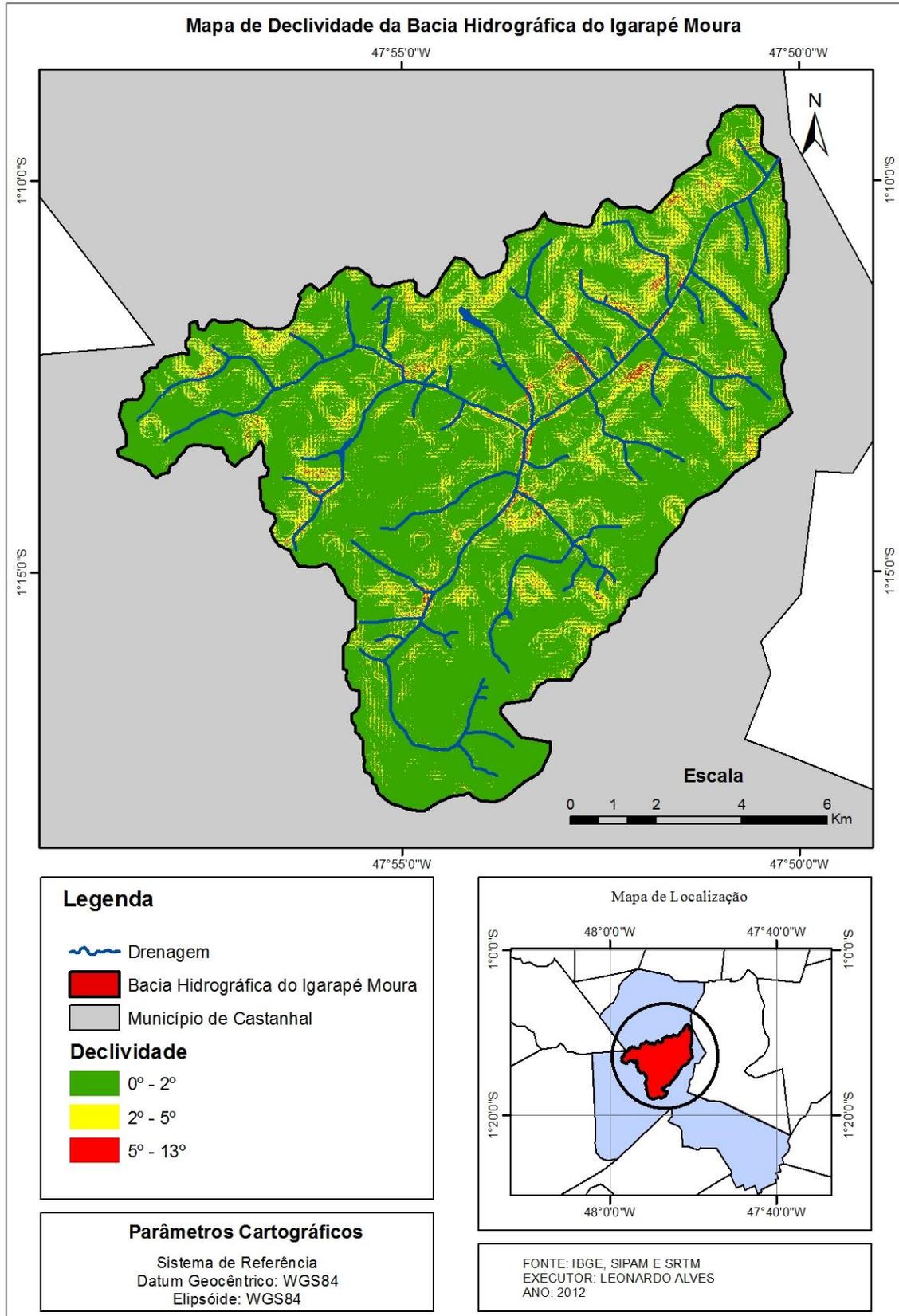


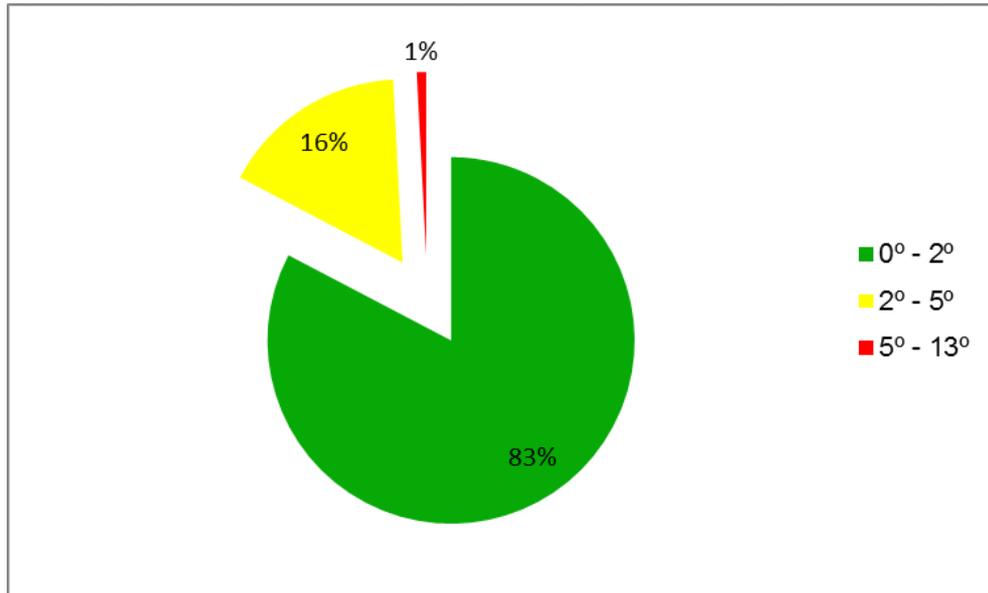
Figura 7 - Esquema tridimensional da Bacia do Igarapé Moura.

Outro parâmetro importante para analisar a morfometria da microbacia do Igarapé Moura é a declividade. O índice de inclinação (declividade) é calculado pelo ângulo de inclinação das vertentes em relação ao horizonte. Analisando o mapa 5 e comparando com o gráfico 1, torna-se evidente o predomínio dos baixos graus de inclinação do terreno ( $0^{\circ}$  a  $2^{\circ}$ ), somando aproximadamente 83% do total da área estudada. Em menor escala, temos as áreas de  $2^{\circ}$  a  $5^{\circ}$  (16%) e com apenas  $1^{\circ}$  áreas moderadamente onduladas  $5^{\circ}$  a  $13^{\circ}$ .



Mapa 5 - Declividade da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura, Castanhal-PA.  
Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

GRÁFICO 1 - DECLIVIDADE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ MOURA



Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

A declividade é um aspecto importante na análise morfométrica, pois condiciona os aspectos erosivos na medida em que, quanto maior a declividade maior a velocidade de escoamento da água proveniente da precipitação, ou seja, potencial energético para a remoção, transporte e deposição de sedimentos ao longo da microbacia hidrográfica do Igarapé Moura.

Portanto, ao analisar a morfologia e morfometria da microbacia do Igarapé Moura, percebe-se que esta apresenta um predomínio de tabuleiros e baixos platôs, com declividade pouco acentuada, ou seja, de características planas à levemente onduladas, com exceção das áreas de colinas de topo convexo onde se observa maiores declividades, todavia nunca ultrapassando os 13°. Sendo assim, essas características morfológicas e morfométricas contribuem para o processo de uso e ocupação antrópica da microbacia.

Do ponto de vista da dinâmica da paisagem, pode se inferir que as características de predominância dos relevos de terras baixas, de planos a suavemente ondulados e com baixo grau de declividade garantem o predomínio da pedogênese sobre a morfogênese e, portanto, o caráter de estabilidade do meio físico.

#### 3.2.4. Solo

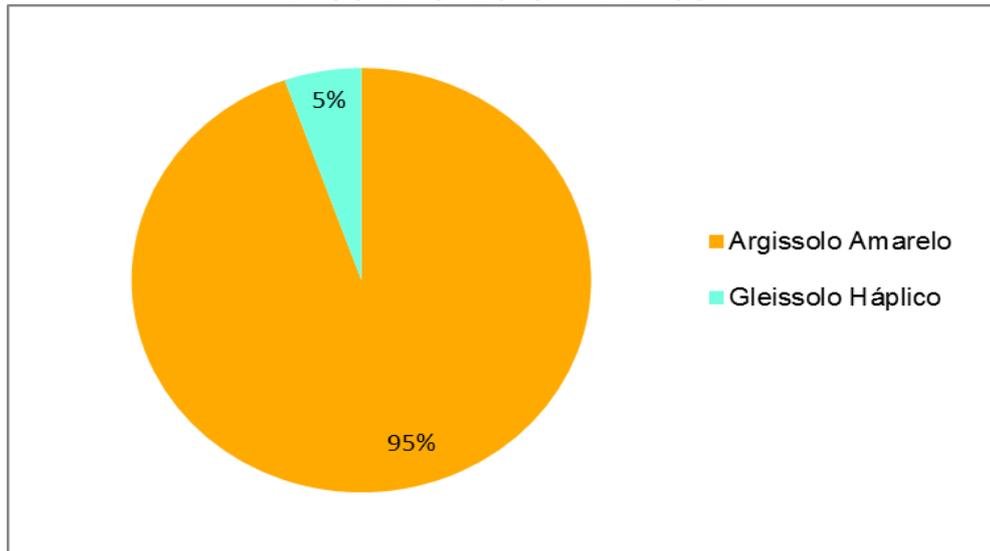
O Município de Castanhal possui, de acordo com Valente et al. (2001), como tipos de solos predominantes: o Argissolo Amarelo Distrófico, o Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico Concrecionário, o Neossolo Flúvico Distrófico, o Gleissolo Háplico Distrófico e o Espodossolo Ferrocárbico Hidromórfico.

Como pode ser verificado no mapa 6, a área de estudo é formada, sobretudo, por Argissolo Amarelo nas áreas dos baixos platôs, tabuleiros e colinas e de forma menos acentuada por Gleissolo Háplico nas áreas de planície aluvial.

Segundo Valente et al. (2001), o Argissolo Amarelo é um tipo de solo mineral, profundo, bem drenado, apresenta textura binária arenosa/média e com horizontes A, Bt e C, em sequência. Possuem cores variando entre o bruno-escuro, bruno-amarelado-escuro, bruno-amarelado, amarelo-brunado a bruno-forte. Representado 95% dos solos que recobrem a área de estudo (gráfico 2), essa tipologia de solo se caracteriza pela alta relação textural proveniente da diferença marcante entre o conteúdo dos horizontes A e B. Além disso, apresenta baixa fertilidade química, variando de moderada à fortemente ácida (pH entre 4.6 a 5.8). Possui ainda valores relativamente baixos de alumínio trocável ( $Al^{+++}$ ) e ocorrem apenas traços de fósforo assimilável.

O Argissolo Amarelo é um tipo de solo com baixa fertilidade natural, exigindo assim o processo de manejo adequado para utilização na produção agrícola. Diante dessa característica, percebe-se que do ponto de vista da ocupação e dinâmica da paisagem, esses solos contribuíram para expansão da pecuária e, mais recentemente, para a plantação de dendê. Uma vez que essas duas atividades podem ser realizadas em áreas de solos com baixa fertilidade como é o caso da bacia Hidrográfica do Igarapé Moura.

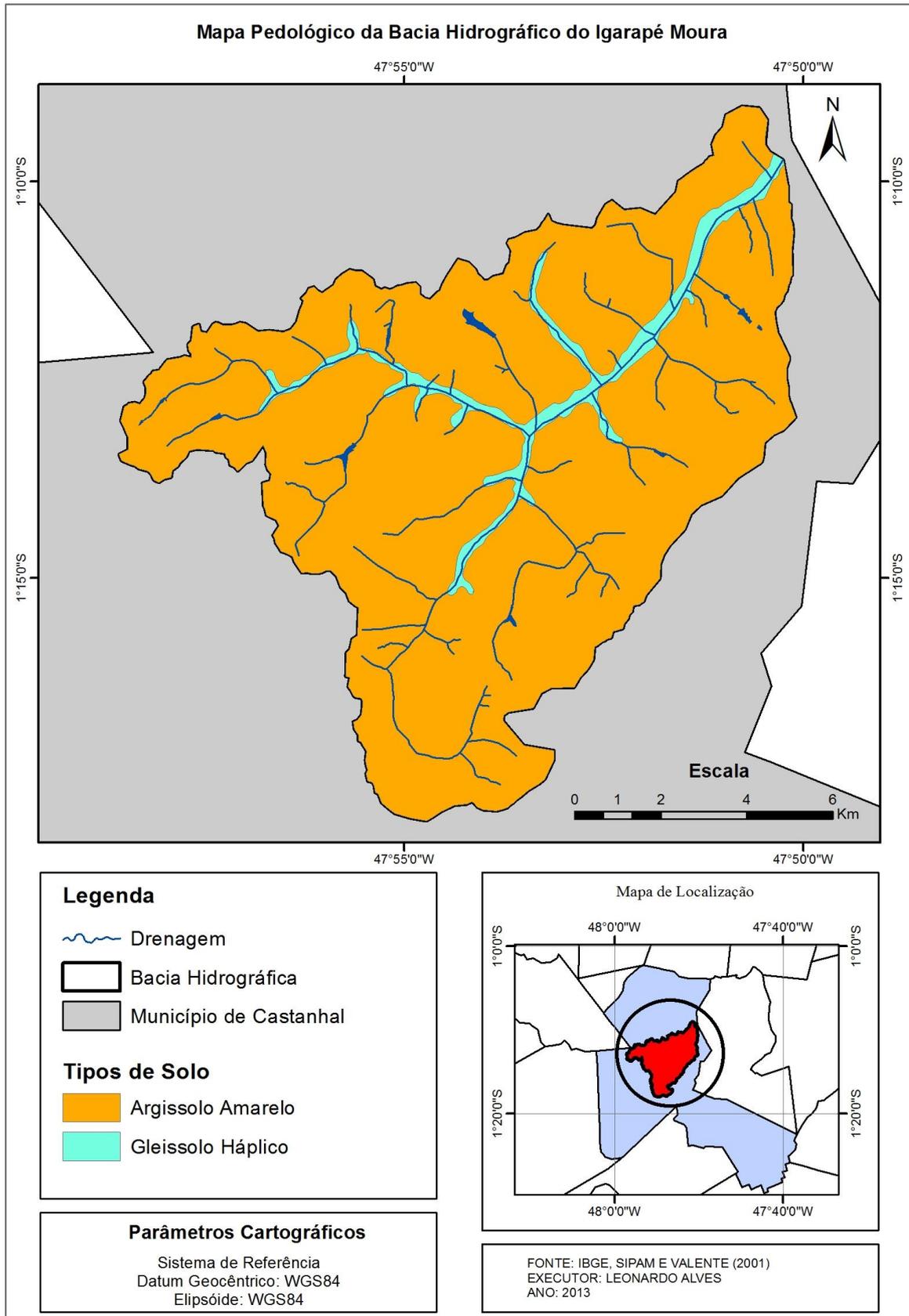
GRÁFICO 2 - PORCENTAGEM DOS TIPOS DE SOLOS PRESENTES NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ MOURA



Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

O Gleissolo Háptico é um tipo de solo que ocorre em áreas de planície, logo acompanham as margens das drenagens e são recobertos na área de estudo, sobretudo pela floresta ombrófila densa aluvial. São caracterizados por serem solos minerais, hidromórficos, pouco evoluídos e profundos, com textura argilosa e baixa permeabilidade. Esses solos apresentam sequência de horizontes A e Cg e cor acinzentada com mosqueamento decorrente dos processos de redução e oxidação dos compostos de ferro que ocorre em meio anaeróbico. Quanto ao tempo de desenvolvimento são formados por sedimento do Quaternário, influenciados pelo lençol freático próximo a superfície. Além disso, se caracterizam pela elevada acidez e baixa fertilidade química, bem como, apresentam saturação de bases baixa (VALENTE ET AL., 2001). Na área de estudo, pode-se encontrar esse tipo de solo ao longo das margens do Igarapé Moura e Diretoria, correspondendo a 5% da área total da bacia.

Essas áreas apresentam uma paisagem mais conservada, visto que além de constituírem uma área de preservação ambiental, segundo o Código Florestal vigente, não apresentam uma área que desperta interesses para atividades econômicas, como a pecuária intensiva que caracteriza a Bacia.



Mapa 6 - Tipos de solos da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura, Castanhal-PA.  
Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

### 3.2.5. Cobertura Vegetal e Uso do Solo

Com intuito de entender as formas de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura, foi analisada a imagem do satélite SPOT de 2010, cedidas pela SEMA/PA. Essa imagem possui 2,5 metros de resolução espacial, permitindo a delimitação das feições de forma significativamente precisa em uma escala de 1:100.000.

Diante disso, para a realização do estudo sobre a cobertura vegetal e uso do solo da Bacia, a partir da leitura da paisagem, foram estabelecidas oito classes: Área Urbanizada, Pastagem, Agricultura, Silvicultura, Piscicultura, Solo Exposto, Capoeira e Mata Aluvial, que se configuraram na execução deste trabalho, enquanto variáveis fundamentais para o reconhecimento dos padrões de ocupação e uso do solo.

- Área urbanizada: expressa-se pela presença de áreas centrais com atividades indústrias, comerciais e de serviços e usos de moradia fixa (loteamentos nobres e periféricos);
- Pastagem: estão relacionadas à exploração do uso do solo e seus recursos, o que na área de estudo, refere-se às atividades pecuária de corte, principalmente, e atrelada as grandes propriedades rurais.
- Agricultura: expressa-se pela presença de áreas de culturas temporárias e permanentes. Na área de estudo, foram verificadas significativas áreas de plantações de dendê, bem como, de forma fragmentada pequenas áreas de plantação de produtos de subsistências, tais como a mandioca.
- Silvicultura: são áreas antrópicas voltadas para a regeneração e manejo da cobertura florestal, buscando atender as necessidades do mercado através da retirada seletiva de madeira.
- Piscicultura: ocorre em áreas inundadas por represas de igarapés ou em açudes voltadas à criação de alevinos e peixes.
- Solo Exposto: formado por áreas completamente desmatadas pela ação antrópica, onde se pode verificar a exposição do solo.
- Capoeira: são caracterizadas pela regeneração da cobertura vegetal primária que sofreram alterações devido às intervenções antropogênicas diversas.
- Mata Aluvial: formada pela floresta ombrófila densa aluvial. As matas aluviais pertencem ao regime ambiental das várzeas e são submetidas ao

regime de inundação, ao nível de acumulação sedimentar aluvial, refletindo, portanto, uma vegetação florística de topografia mais plana e de terrenos mais baixos, com dossel uniforme e floresta de médio porte.

A interpretação da imagem de satélite foi realizada por meio de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento e trabalhos de campo sistemáticos. As técnicas de sensoriamento remoto foram importantes para a extração de informações da imagem orbital disponível. Utilizaram-se técnicas de foto-interpretção dos produtos, bem como de processamento digital de imagens. Diante desse tratamento, efetuando-se as correções geométricas e radiométricas, foi possível por meio do geoprocessamento organizar informações, fazer a classificação e a atualização cartográfica de uma forma ágil e precisa.

É possível identificar e analisar que em 2010, há uma significativa modificação da cobertura vegetal da bacia hidrográfica a partir de intervenção antropogênica. A área urbana ocupa 8.7 % (tabela 2) da área de estudo e se encontra em significativa expansão sobre a bacia, concentrando-se, sobretudo ao longo da BR-316, da PA-136 e da PA-320. As atividades urbanas principais ao longo da bacia são: comércio, serviços, industriais e residenciais (mapa 7 e figuras 8, 9 10 e 11).

TABELA 2- COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO EM 2010

<b>Classes</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (ha<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
<b>Área Urbanizada</b>	10902916.78	1090.29	8.7
<b>Capoeira</b>	19813090.99	1981.31	15.8
<b>Mata Aluvial</b>	11110464.68	1111.05	8.8
<b>Reflorestamento</b>	551500.50	55.15	0.4
<b>Pastagem</b>	39178793.06	3917.88	31.3
<b>Agricultura</b>	40095169.44	4009.52	32.0
<b>Solo Exposto</b>	3676858.88	367.69	2.9

Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

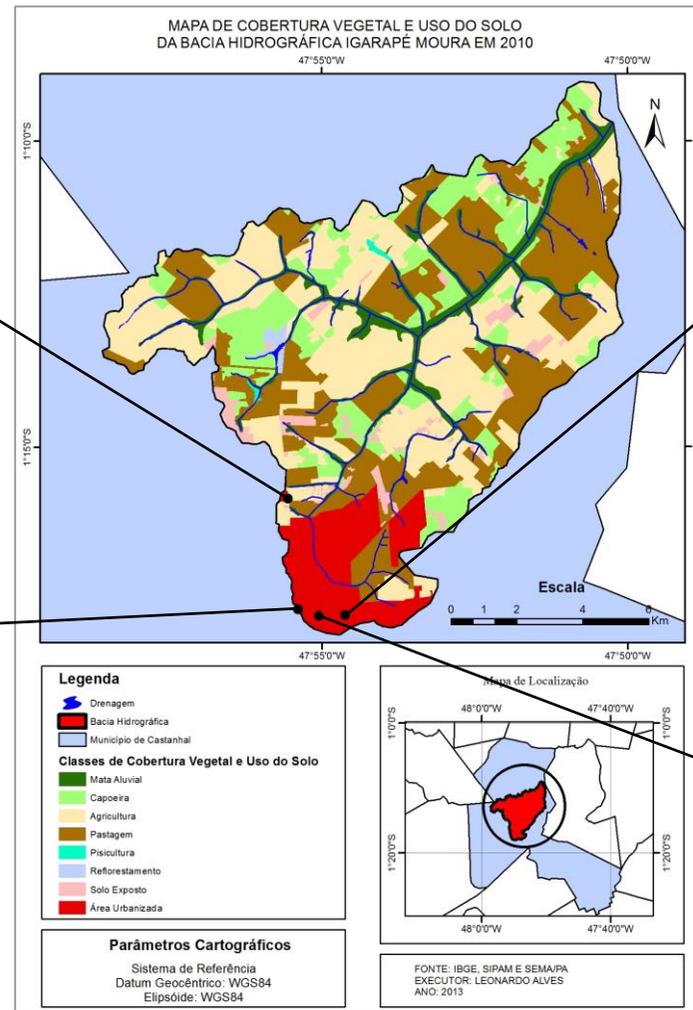
A área urbana se concentra na porção sul da bacia hidrografia próximo a nascente do Igarapé Moura. Esse igarapé dentro da área urbana foi significativamente modificado, por meio de obras de engenharia que fizeram sua canalização. Além disso, parte dos rejeitos do esgoto da cidade é despejado nesta drenagem.



Figura 11 - Área residencial ao longo da Rodovia PA 136, expansão da malha urbana de Castanhal.



Figura 8 - Av. Magalhães Barata, uma das principais avenidas da área urbana de Castanhal pertencentes a Bacia do Igarapé Moura.



Mapa 7 - Cobertura Vegetal e uso do solo da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura em 2010.  
Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.



Figura 9 - Distribuidora e comércio ao longo da Rodovia BR-316.



Figura 10 - Atividades de comércio e serviços ao longo da BR-316.

Já as áreas de floresta ombrófila densa Aluvial e Capoeira se encontram ao longo das margens dos cursos d'água confinadas pelas atividades produtivas, sobretudo, a agricultura e a pecuária intensiva. A área de estudo apresentava apenas 8.8% de floresta nativa e 15.8% de vegetação secundária, aproximadamente (tabela 2, mapa 8 e figuras 12 e 13).

Observa-se o domínio das áreas produtivas ligadas à agricultura e pecuária (mapa 9 e 10 e figuras 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20), representando, aproximadamente 63% da área da bacia (tabela 2). Do ponto de vista da agricultura destaca-se a produção de dendê com um grande crescimento de áreas produtivas na bacia, bem como, plantações de subsistência como mandioca, milho, hortaliças e frutas diversas.

Além dessas atividades produtivas, foi possível verificar pequenas áreas voltadas a Silvicultura (0,4%) e Piscicultura, localizadas de forma isolada no território da bacia hidrográfica e sem expressividade territorial (mapa 11 e figuras 21, 22 e 23), bem como, áreas de solo exposto (2,9 %).

Foi possível verificar também algumas áreas de represas, em que o curso do Igarapé é bloqueado por uma barragem para aumentar seu volume dentro da propriedade. Essa atividade causa significativos impactos no canal fluvial e no volume do igarapé a jusante.

Portanto, ao se analisar a cobertura e uso do solo no recorte espacial estudado, percebeu-se a intensiva ação antrópica na modificação da paisagem, sobretudo, pelas atividades agropecuárias. Sendo assim, em face da antropização das paisagens na Bacia, observou-se a necessidade de uma delimitação cartográfica e análise das unidades de paisagem, tendo em vista o uso sustentável desse sistema.

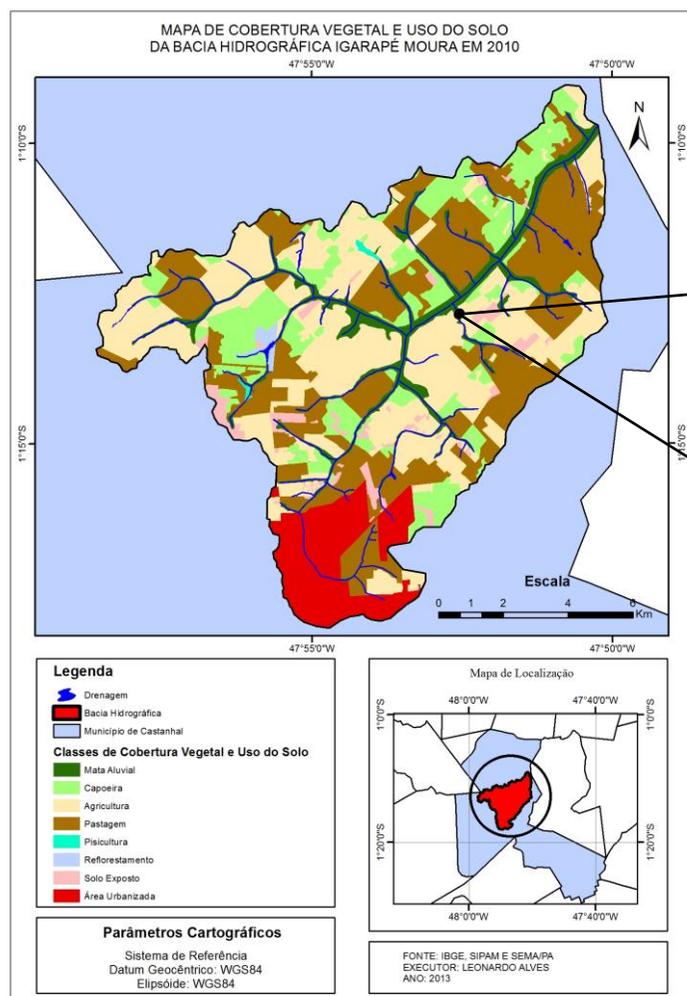


Figura 12 - Mata aluvial



Figura 13 - Mata aluvial degradada

Mapa 8 - Cobertura Vegetal e uso do solo da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura em 2010.  
Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

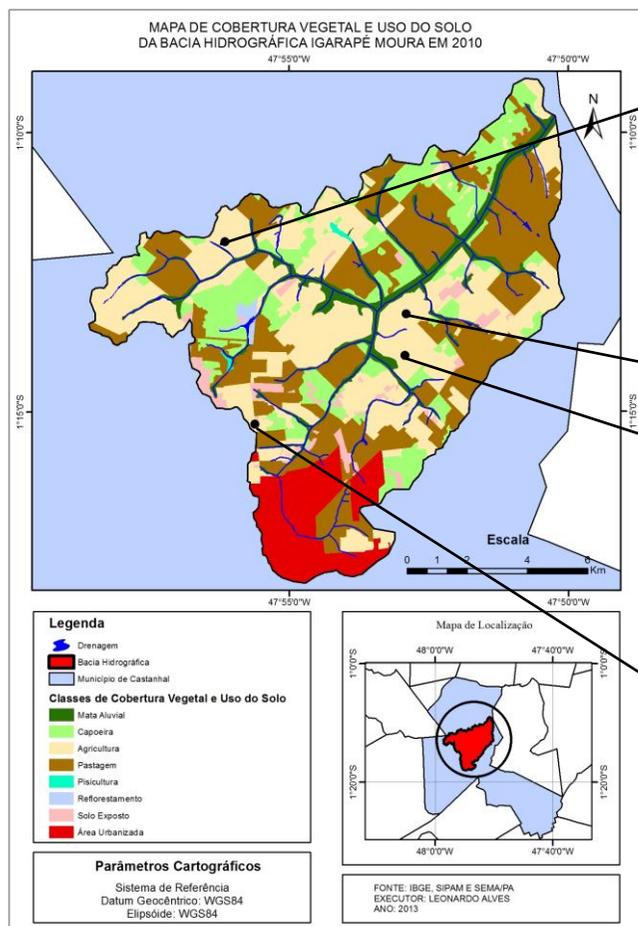


Figura 14 - Plantação de Dendê



Figura 15 - Plantação de Mamão



Figura 16 - Plantação de Dendê



Figura 17 - Plantação de Hortaliças

Mapa 9 - Cobertura Vegetal e uso do solo da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura em 2010.  
Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

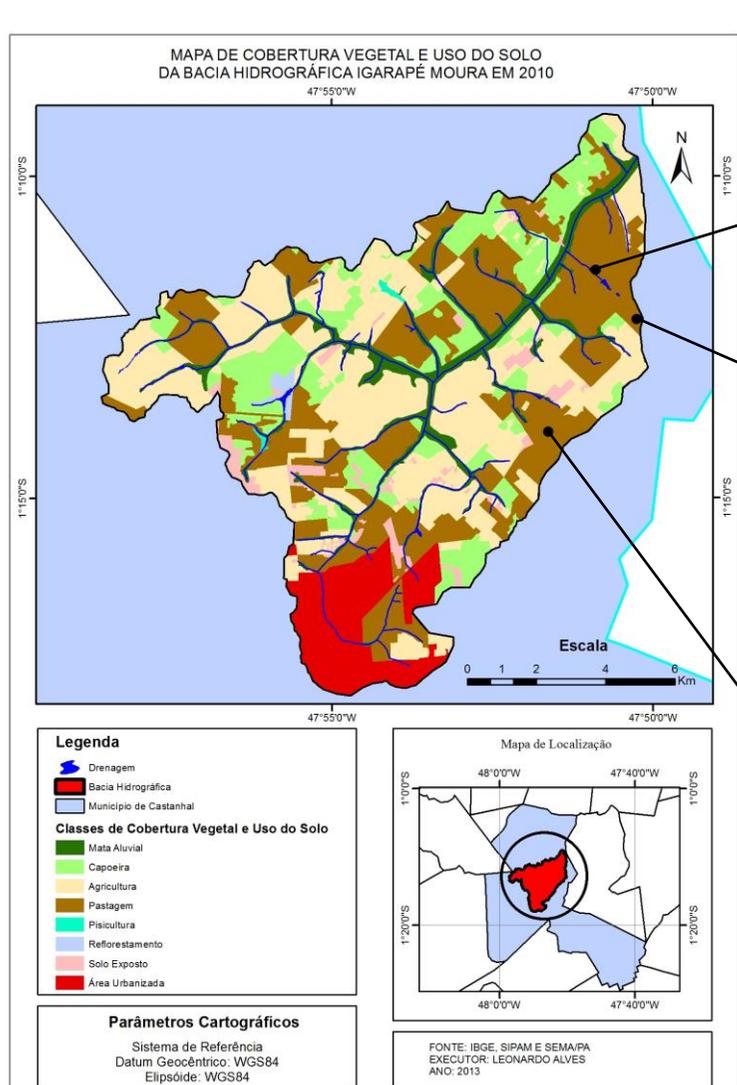


Figura 18 - Pasto limpo com presença de voçoroca.



Figura 19 - Área com Pasto Sujo



Figura 20 - Área de Pasto Limpo

Mapa 10 - Cobertura vegetal e uso do solo da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura em 2010.  
Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

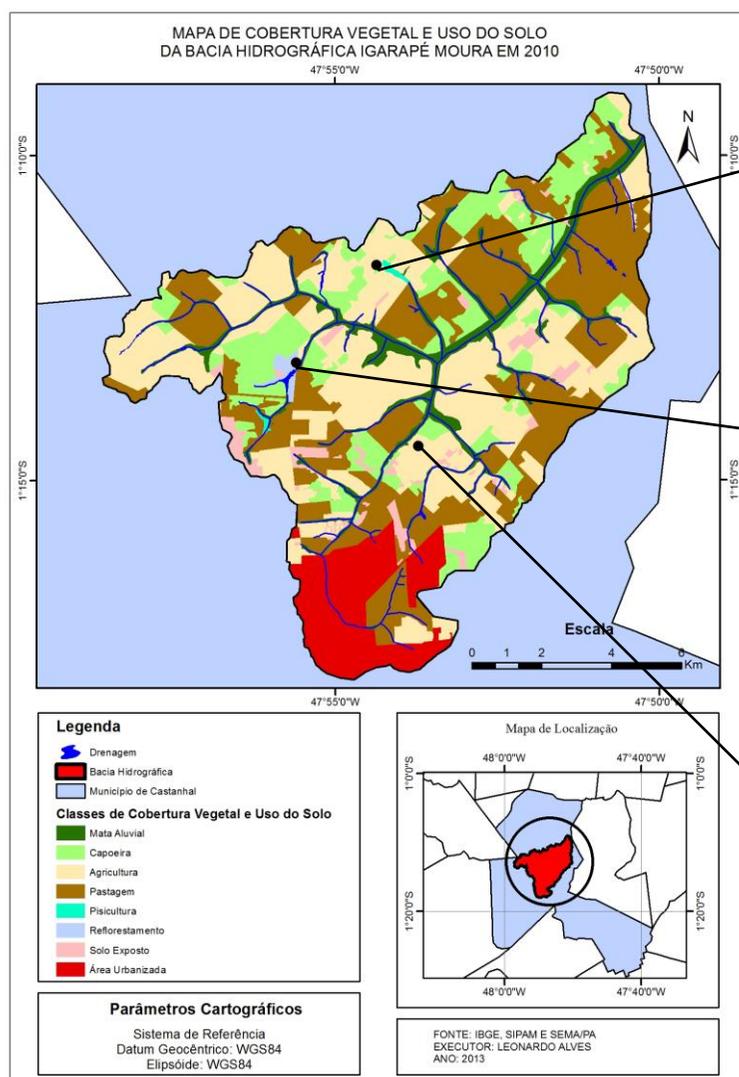


Figura 21 - Área de Piscicultura



Figura 22 - Área de Reflorestamento



Figura 23 - Solo Exposto

Mapa 11 - Cobertura vegetal e uso do solo da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura em 2010.  
Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

## **CAPÍTULO 4 - CLASSIFICAÇÃO DAS UNIDADES DE PAISAGEM BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ MOURA**

Para analisar as unidades de paisagem na Microbacia do Igarapé Moura no Município de Castanhal, com o intuito de dar subsídios ao planejamento/ordenamento territorial, realizou-se a compartimentação, caracterização e representação cartográfica das unidades de paisagem da Microbacia, a partir do estudo sistêmico da estrutura e da dinâmica da paisagem, para a geração de classes de unidades de paisagem e sua capacidade de suporte em ambiente SIG.

### **4.1 ESTRUTURA DA PAISAGEM DA BACIA DO IGARAPÉ MOURA**

A busca da compartimentação da paisagem é uma tarefa intelectual arbitrária (BERTRAND, 1971), todavia tarefa esta que permite estudar a paisagem em sua totalidade, integrando seus elementos constituintes, a partir de uma visão sistêmica. Dessa maneira é possível compreender os mecanismos e o funcionamento das paisagens, bem como, investigar o seu processo de evolução.

A análise da estrutura da paisagem da Bacia do Igarapé Moura e sua delimitação em unidades levaram em consideração os aspectos fisiográficos e ecológicos, sobretudo, voltados à cobertura vegetal e a geomorfologia e do ponto de vista dinâmico, principalmente, as transformações antrópicas por meio do uso e ocupação do solo. Esses aspectos foram integrados em ambiente SIG e com o intuito de representar a compartimentação espacial das unidades de paisagem a partir das relações entre o meio físico-natural e antropogênico. Sendo assim foi compartimentada a Bacia do Igarapé Moura em seis unidades de paisagem: Geossistema dos Tabuleiros e Colinas com Atividades Produtivas, Geossistemas dos Tabuleiros e Colinas com Áreas Urbanizadas, Geossistemas dos Baixos Platôs com Atividades Produtivas, Geossistemas dos Baixos Platôs com Áreas Urbanizadas, Geossistema das Capoeiras sobre Colinas, Baixos Platôs e Tabuleiros e Geossistema das Florestas Ombrófilas Inundáveis em Planícies Aluviais (mapa 12).



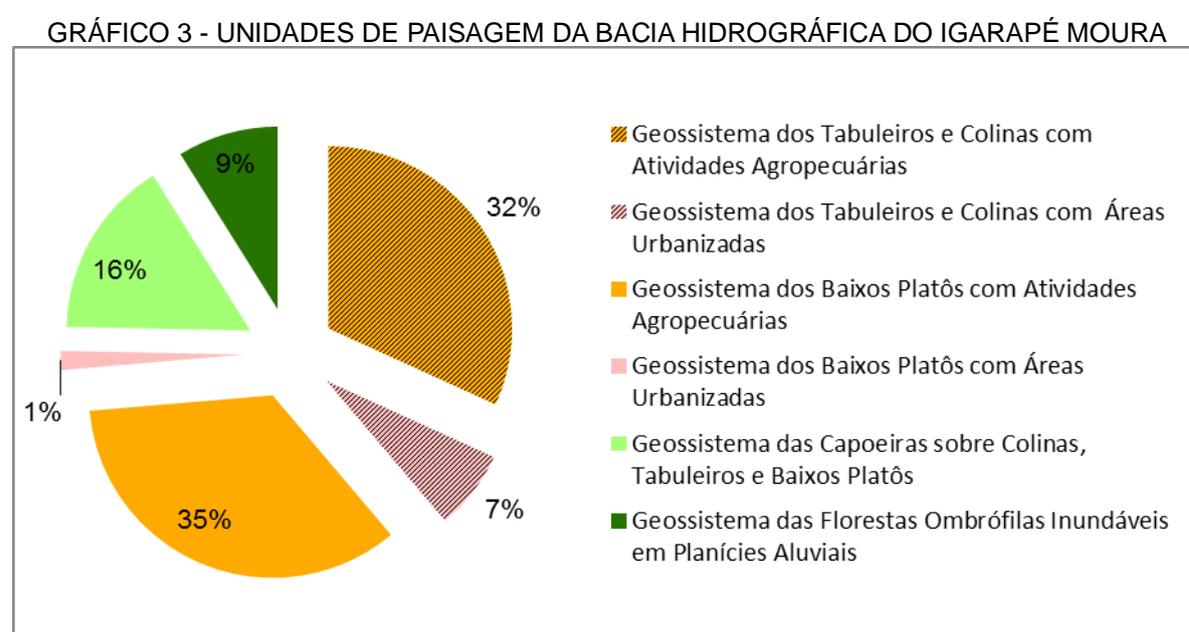
A estrutura das unidades de paisagem representadas no mapa 12 com as características geológicas, geomorfológicas, pedológicas e de cobertura vegetal e uso do solo podem ser verificadas no quadro 5, onde se estabelece uma compartimentação das unidades pertencentes a Microbacia hidrográfica do Igarapé Moura.

QUADRO 5 - QUADRO SINÓTICO DAS UNIDADES DE PAISAGEM PERTENCENTES A MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ MOURA

Unidades de Paisagem	Geologia	Geomorfologia	Declividade	Altimetria	Solos	Cobertura Vegetal e Uso do Solo
 Geossistema dos Tabuleiros e Colinas com Atividades Produtivas	Grupo Barreiras-Pós-Barreiras composta por: Sedimentos argilosos; sedimentos arenosos; sedimentos areno-argilosos (siltitos); conglomerados com seixos de quartzo e quartzito.	Tabuleiros com morfologia de plana a suavemente ondulada e, secundariamente, colinas de topo aplainado ou convexizado.	Há o predomínio dos baixos graus de inclinação do terreno de 0° a 2°, mas podem ser observadas áreas entre 2° e 5° e moderadamente onduladas entre 5° a 13°.	Entre 40 e 70 metros	Argissolo Amarelo: solo mineral, profundo, bem drenado, apresenta textura binária arenosa/média e com horizontes A, Bt e C, em sequência.	Atividades Produtivas: pastagem, agricultura, silvicultura, piscicultura e solo exposto.
 Geossistemas dos Tabuleiros e Colinas com Áreas Urbanizadas	Grupo Barreiras-Pós-Barreiras composta por: Sedimentos argilosos; sedimentos arenosos; sedimentos areno-argilosos (siltitos); conglomerados com seixos de quartzo e quartzito.	Tabuleiros com morfologia de plana a suavemente ondulada e, secundariamente, colinas de topo aplainado ou convexizado.	Há o predomínio dos baixos graus de inclinação do terreno de 0° a 2°, mas podem ser observadas áreas entre 2° e 5° e moderadamente onduladas entre 5° a 13°.	Entre 40 e 70 metros	Argissolo Amarelo: solo mineral, profundo, bem drenado, apresenta textura binária arenosa/média e com horizontes A, Bt e C, em sequência.	Área Urbanizada com atividades comerciais, industriais, residenciais e de serviços.
 Geossistemas dos Baixos Platôs com Atividades Produtivas	Grupo Barreiras-Pós-Barreiras composta por: Sedimentos argilosos; sedimentos arenosos; sedimentos areno-argilosos (siltitos); conglomerados com seixos de quartzo e quartzito.	Baixos platôs com morfologia caracterizada pelo aspecto tabular e por vezes levemente ondulada.	Há o predomínio dos baixos graus de inclinação do terreno de 0° a 2°, mas podem ser observadas áreas entre 2° e 5°.	Entre 13 e 40 metros	Argissolo Amarelo: solo mineral, profundo, bem drenado, apresenta textura binária arenosa/média e com horizontes A, Bt e C, em sequência.	Atividades Produtivas: pastagem, agricultura, silvicultura, piscicultura e solo exposto.

<p> Geossistema dos Baixos Platôs com Áreas Urbanizadas</p>	<p>Grupo Barreiras-Pós-Barreiras composta por: Sedimentos argilosos; sedimentos arenosos; sedimentos areno-argilosos (siltitos); conglomerados com seixos de quartzo e quartzito.</p>	<p>Baixos platôs com morfologia caracterizada pelo aspecto tabular e por vezes levemente ondulada.</p>	<p>Há o predomínio dos baixos graus de inclinação do terreno de 0° a 2°, mas podem ser observadas áreas entre 2° e 5°.</p>	<p>Entre 13 e 40 metros</p>	<p>Argissolo Amarelo: solo mineral, profundo, bem drenado, apresenta textura binária arenosa/média e com horizontes A, Bt e C, em sequência.</p>	<p>Área Urbanizada com atividades comerciais, industriais, residenciais e de serviços.</p>
<p> Geossistema das Capoeiras sobre Colinas, Tabuleiros e Baixos Platôs</p>	<p>Grupo Barreiras-Pós-Barreiras composta por: Sedimentos argilosos; sedimentos arenosos; sedimentos areno-argilosos (siltitos); conglomerados com seixos de quartzo e quartzito.</p>	<p>Tabuleiros e Baixos Platôs com morfologia de plana a suavemente ondulada e, secundariamente, colinas de topo aplainado ou convexizado.</p>	<p>Há o predomínio dos baixos graus de inclinação do terreno de 0° a 2°, mas podem ser observadas áreas entre 2° e 5° e moderadamente onduladas entre 5° a 13°.</p>	<p>Entre 13 e 70 metros</p>	<p>Argissolo Amarelo: solo mineral, profundo, bem drenado, apresenta textura binária arenosa/média e com horizontes A, Bt e C, em sequência.</p>	<p>Vegetação Secundária.</p>
<p> Geossistema das Planícies Aluviais recobertas por Floresta Ombrófila Aluvial</p>	<p>Sedimentos Recentes (holocênicos) de origem aluvial compostas por: argilas com significativo processo de oxidação do Ferro.</p>	<p>Planície Aluvial caracterizada pelo aspecto tabular e por vezes moderadamente ondulada.</p>	<p>Há o predomínio dos baixos graus de inclinação do terreno de 0° a 2°, mas podem ser observadas áreas entre 2° e 5°.</p>	<p>Abaixo de 20 metros</p>	<p>Gleissolo Háptico: solo mineral, hidromórfico, pouco evoluído e profundo, com textura argilosa e baixa permeabilidade.</p>	<p>Floresta Ombrófila Aluvial.</p>

Ao analisar a compartimentação das unidades de paisagem da Microbacia Hidrográfica do Igarapé Moura, percebeu-se o significativo predomínio do Geossistema de Tabuleiros e Colinas com Atividades Produtivas e o Geossistema dos Baixos Platôs com Atividades Produtivas, que representam 32% e 35% respectivamente (mapa 12 e gráfico 3). Sendo assim, verifica-se predomínio de paisagens caracterizadas pela ação antrópica na Microbacia, conseqüentemente, que necessitam de uma avaliação para equacionar a sua estabilidade/instabilidade frente a essa ação.



Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

Portanto, essa compartimentação e caracterização da estrutura da paisagem da Microbacia do Igarapé Moura em unidades de paisagem é de fundamental importância para estruturação de um ordenamento territorial que busca adequar a dinâmica do uso e ocupação do solo com a capacidade de suporte das unidades de paisagem de um determinado espaço.

## 4.2 DINÂMICA DA PAISAGEM DA BACIA DO IGARAPÉ MOURA

As transformações da paisagem geradas pela sociedade, por meio do uso e ocupação do solo, são de fundamental importância para o entendimento da dinâmica dos processos dentro de um sistema, uma vez que modifica o fluxo de matéria e energia anterior dando nova dinamicidade ao mesmo.

Com intuito de entender tal dinâmica foram analisadas três imagens de satélite desde a década de 1980 até 2010. As imagens de 1984 e 1994 do satélite LANDSAT 5 foram adquiridas junto ao INPE e apresentam uma média resolução espacial (30 metros) e a imagem SPOT de 2010, cedidas pela SEMA/PA, possui 2,5 metros de resolução espacial, ou seja, uma alta resolução se comparado as de 1984 e 1994.

Diante disso, para a realização do estudo sobre a dinâmica da cobertura vegetal e uso do solo da Bacia hidrográfica do Igarapé Moura, a partir da leitura da paisagem, foram estabelecidas quatro classes: Área Urbanizada, Área Produtiva, Capoeira e Mata Aluvial, que se configuraram na execução deste trabalho, enquanto variáveis fundamentais para o reconhecimento dos padrões de ocupação e uso do solo.

- Área urbanizada: expressa-se pela presença de áreas centrais com atividades indústrias, comerciais e de serviços e usos de moradia fixa (loteamentos nobres e periféricos);
- Área Produtiva: estão relacionadas à exploração do uso do solo e seus recursos, o que na área de estudo, refere-se às atividades, tais como: pecuária, agricultura, silvicultura, piscicultura e solo exposto;
- Capoeira: são caracterizadas pela regeneração da cobertura vegetal primária que sofreram alterações devido às intervenções antropogênicas diversas.
- Mata Aluvial: formada pela floresta ombrófila densa aluvial. As matas aluviais pertencem ao regime ambiental das várzeas e são submetidas ao regime de inundação, ao nível de acumulação sedimentar aluvial, refletindo, portanto, uma vegetação florística de topografia mais plana e de terrenos mais baixos, com dossel uniforme e floresta de médio porte.

Após a classificação, foram elaborados produtos cartográficos que representam de forma multitemporal (mapa 13, 14 e 15) a cobertura vegetal e ocupação e uso do solo na Bacia do Igarapé Moura, nos anos de 1984, 1994 e 2010, revelando, assim, a possibilidade do entendimento espacial e temporal das formas de apropriação da paisagem na área de estudo, nos últimos vinte e seis anos.

Foi possível identificar e analisar que no início da década de 1980, já havia uma significativa modificação da cobertura vegetal na Bacia do Moura a partir de intervenção antropogênica. Nesta década, observava-se o domínio das áreas produtivas ligadas às atividades agropecuárias ao longo de toda a Bacia (Mapa 13), representando, mais da metade de sua área (tabela 3).

TABELA 3 - COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO EM 1984

<b>Classes</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (ha<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
<b>Área Produtiva</b>	69803535.40	6980.35	56
<b>Capoeira</b>	35775309.74	3577.53	29
<b>Mata Aluvial</b>	15473291.72	1547.33	12
<b>Área Urbanizada</b>	4188188.70	418.82	3

Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

As áreas de Capoeira são importantes para essa análise, pois fazem alusão às áreas de regeneração da cobertura vegetal primária que sofreram alterações devido a intervenções antropogênicas diversas. Sendo assim, percebeu-se que a Bacia antes da década de 1980 já se apresentava significativamente alterada pela ação antrópica. Pode-se observar que as capoeiras já existiam ao longo de toda a Bacia representando 29% (tabela 3).

As matas aluvias que estão vinculadas as margens dos canais de drenagem, são as áreas onde se encontram formações primárias, em virtude de serem áreas de difícil uso e ocupação por possuírem um regime de inundação periódica. Essas áreas representam uma parcela significativa da área da bacia (12%) e uma importância fundamental na manutenção dos cursos d'água.



Em 1984 a área urbana ocupava 418.82 hectares (3%) do território da Bacia, concentrando-se, sobretudo no setor sudoeste, ao longo da BR-316, da PA-136 e da PA-320. Já em 1994 a área urbana representava 831.72 hectares (7%) um crescimento de mais de 130% em uma década (tabela 4 e mapa 14).

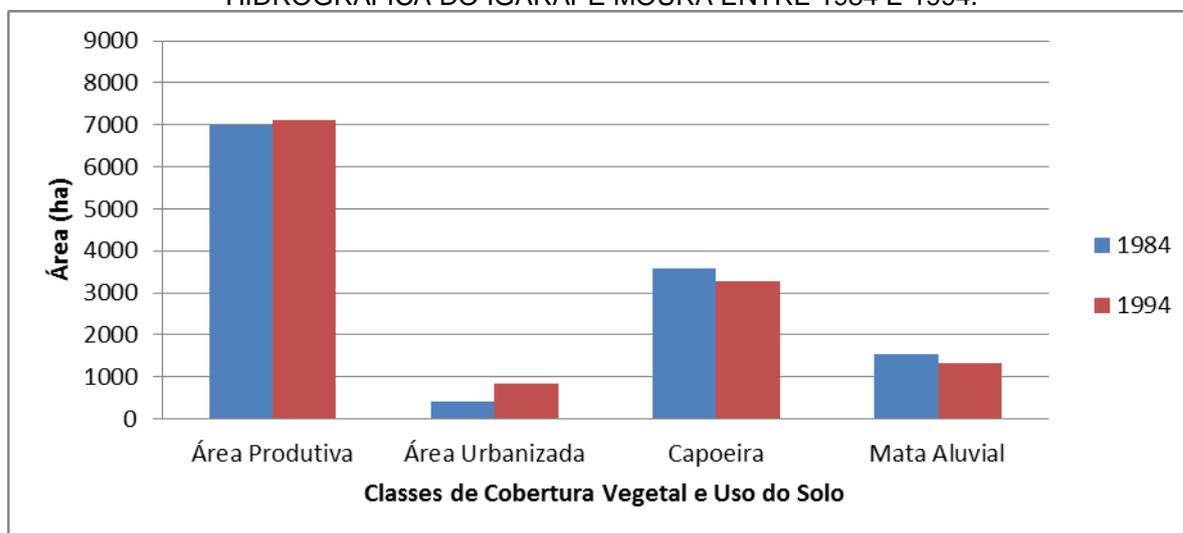
TABELA 4 - COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO EM 1994

Classes	Área (m <sup>2</sup> )	Área (ha <sup>2</sup> )	Área (%)
Área Produtiva	70998145.67	7099.81	57
Capoeira	32800845.12	3280.08	26
Mata Aluvial	13123954.44	1312.40	10
Área Urbanizada	8317199.87	831.72	7

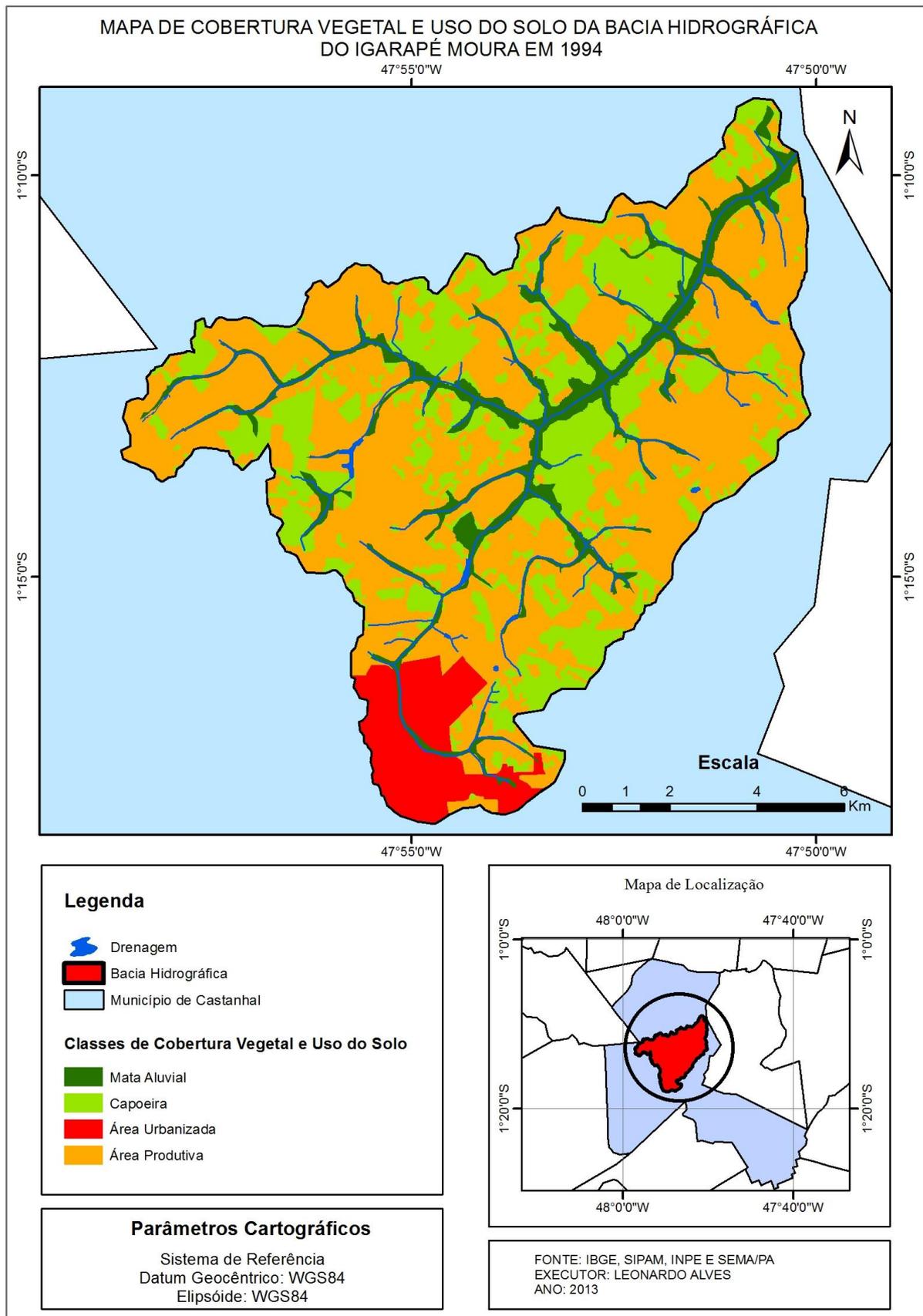
Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

Em 1994, as áreas produtivas (57%) ainda dominavam a paisagem da Bacia, percebe-se que houve um crescimento discreto dessas áreas, se comparado à área urbana. Em contrapartida, como pode ser observado no gráfico 4, houve uma redução das áreas de Capoeira (26%) e de Mata Aluvial (10%) (tabela 4 e gráfico 4).

GRÁFICO 4 - EVOLUÇÃO DA COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ MOURA ENTRE 1984 E 1994.



Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.



Mapa 14 - Cobertura vegetal e uso do solo da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura em 1994.  
Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

No período de 1994 a 2010 (tabela 5 e gráfico 5) há uma retomada do aumento das áreas produtivas, sobretudo, com a expansão da pecuária intensiva e das plantações de dendê para a exportação. No ano de 2010, como podem ser observadas na tabela 5, as áreas produtivas representam 67% da cobertura e uso do solo da Bacia hidrográfica do Igarapé Moura.

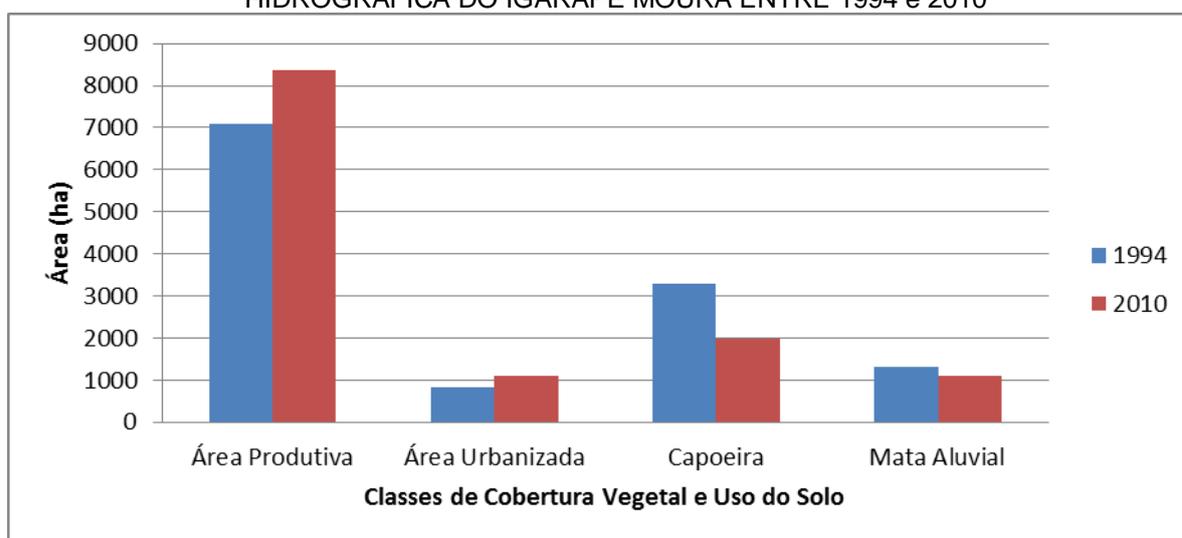
**TABELA 5 - COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO EM 2010**

<b>Classes (2010)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (ha<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
<b>Área Produtiva</b>	83502321.88	8350,23	67
<b>Área Urbanizada</b>	10902916.78	1090.29	9
<b>Capoeira</b>	19813090.99	1981.31	16
<b>Mata Aluvial</b>	11110464.68	1111.05	9

Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

Outro uso do solo que tem crescimento significativo é a área urbana que passa para 9%, aumentando, portanto 28% em 16 anos. É possível observar, na Bacia, a permanência da área urbana concentrada nas margens da rodovia a BR 316 e PA 136, onde se aglomeram os equipamentos urbanos, as atividades industriais, comerciais e de serviços.

**GRÁFICO 5 - EVOLUÇÃO DA COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ MOURA ENTRE 1994 e 2010**



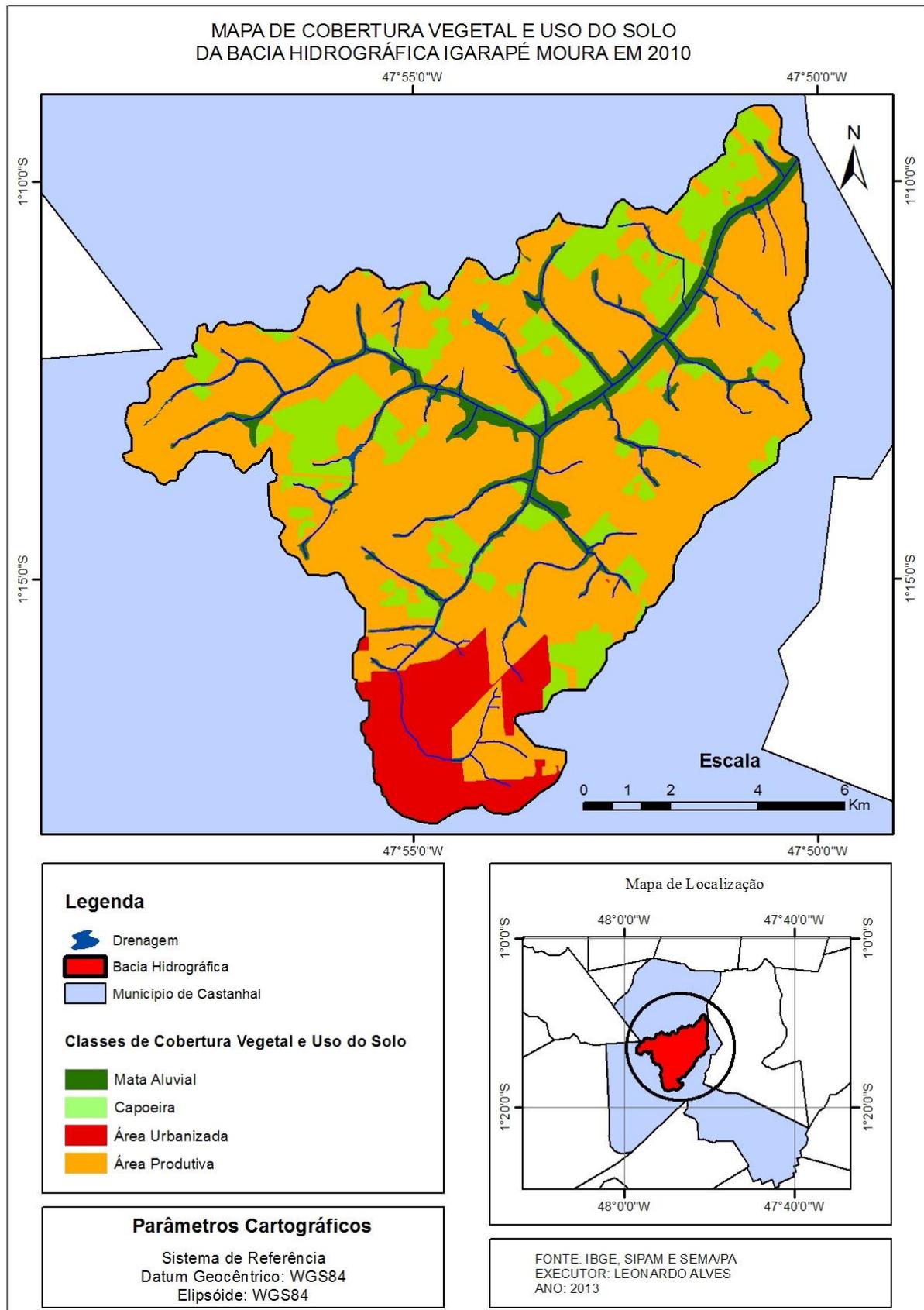
Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

Em contrapartida as áreas de Mata Aluvial e Capoeira apresentaram significativa redução da sua área de abrangência dentro da Microbacia do Igarapé Moura. Isso ocorre, sobretudo, pelo crescimento urbano de Castanhal sobre essas

áreas, proporcionadas pelo aumento dos fluxos de mercadorias e pessoas provocados pela duplicação da BR-316/BR-010 na década de 1990.

Ao analisar as matas aluviais, percebeu-se que, cada vez mais, elas ficam restritas as áreas de preservação permanente nas margens dos igarapés e muitas vezes nem nessas áreas que deveriam ser preservadas devido a uma determinação presente na legislação ambiental vigente (Código Florestal e Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA) estão de fato sendo respeitadas (mapa 15). De forma semelhante, as capoeiras estão confinadas no interior das áreas produtivas e sofrendo pressão das mesmas.

Portanto, ao se analisar a dinâmica da paisagem da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura, percebe-se a significativa intervenção antrópica com a expansão das atividades urbanas e produtivas. O crescimento urbano, ao longo dos 26 anos estudados, apresenta-se expressivo, uma vez que expandiu três vezes em sua área (de aproximadamente 3% em 1984 para 9% em 2010). Outro aspecto importante na dinâmica paisagística é o contínuo aumento das atividades produtivas, sobretudo, aquelas ligadas a agricultura e a pecuária. Diante disso, infere-se que a dinâmica da paisagem da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura, não vem sendo acompanhada de um conhecimento de sua capacidade de suporte frente às ações antrópicas, sendo necessário estudos que visem não só potencializar as áreas de atividades produtivas, mas também preservar e/ou recuperar áreas de uso impróprio para determinadas atividades.



Mapa 15 - Cobertura vegetal e uso do solo da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura em 2010.  
Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

### 4.3 CAPACIDADE DE SUPORTE DAS UNIDADES DE PAISAGEM DA BACIA DO IGARAPÉ MOURA

A partir do entendimento sistêmico da estrutura e dinâmica da paisagem da Bacia hidrográfica do Igarapé Moura, é possível estabelecer formas de uso e ocupação desse espaço que levem em consideração a sua melhor gestão. Para tanto foram estabelecidos processos metodológicos voltados para obtenção de informações indispensáveis para o entendimento da capacidade de suporte das unidades de paisagem, dentre eles: a estabilidade/instabilidade física da paisagem, a aptidão agrícola dos geossistemas e a incompatibilidade legal. Com essas informações analisadas e cartografadas foi possível propor os tipos de uso e ocupação do solo mais indicados de acordo com a capacidade de suporte da bacia, como subsídio ao planejamento/ordenamento territorial.

#### 4.3.1. Estabilidade/Instabilidade física da paisagem

Com o intuito de estabelecer o uso racional e sustentável da Bacia, foi elaborado uma cartografia de estabilidade/instabilidade física da paisagem, por meio da integração dos dados temáticos de cobertura sedimentar e unidade lito-estratigráfica (geologia), morfologia e morfometria (geomorfologia), solos (pedologia) e a cobertura vegetal e uso do solo (TRICART, 1977; TRICART E KILLIAN, 1979; CREPANI ET AL., 1996, 2001, 2008).

Primeiramente para cada tema são estabelecidos valores de estabilidade/instabilidade de acordo com sua classe. Esses valores foram baseados nos índices estabelecidos por Crepani et al. (1996), onde esse autor estabelece valores de 1,0 para áreas estáveis, 2,0 para intermediárias (intergrade) e 3,0 para instáveis a partir da caracterização morfodinâmica com base em Tricart (1977).

O tema geologia (cobertura sedimentar e unidade lito-estratigráfica) é analisado a partir das informações relativas à história de evolução geológica e ao grau de denudação das rochas, permitindo, a partir desses parâmetros, analisar e definir as categorias morfodinâmicas das unidades de paisagem.

A Bacia hidrográfica do Igarapé Moura, do ponto de vista da evolução geológica, é constituída de depósitos do Terciário e do Quaternário. A cobertura

sedimentar insere-se em unidades lito-estratigráficas datadas a partir do Oligoceno Superior, Mioceno e Plioceno (Formação Barreiras), do Pleistoceno ao Holoceno Inferior (sedimentos Pós-Barreiras) e do Holoceno Superior (sedimentos aluviais inconsolidados).

Diante disso, como pode ser observado na tabela 6, a Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura apresenta sua maior porção (91%) com instabilidade de 2,7, o que de acordo com Crepani et al. (1996) é moderadamente instável. Além disso, apresenta uma área de cerca de 9% que apresenta alta instabilidade.

Portanto, do ponto de vista do histórico da cobertura sedimentar e unidade lito-estratigráfica esta bacia apresenta altos índices de instabilidade física, contribuindo assim para o desencadeamento de processos morfodinâmicos de modificação das formas de relevo (morfogênese).

TABELA 6 - ÍNDICE DE ESTABILIDADE/INSTABILIDADE DO MEIO FÍSICO COM BASE NA COBERTURA SEDIMENTAR E UNIDADE LITO-ESTRATIGRÁFICA

Classes	Área (m <sup>2</sup> )	Área (ha <sup>2</sup> )	Área (%)	Índice de Estabilidade / Instabilidade
<b>Grupo Barreiras-Pós-Barreiras</b>	114200961,19	11420,10	91	2,7
<b>Sedimentos Recentes</b>	11110464,43	1111,05	9	3,0

Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

No tema geomorfologia os valores de estabilidade/instabilidade são baseados no estudo das formas de relevo (morfologia) e na análise e definição das categorias morfodinâmicas das unidades de paisagem, que compreendem a amplitude altimétrica, amplitude do interflúvio e a declividade. A amplitude do interflúvio busca analisar o grau de dissecação do relevo pela drenagem, este parâmetro está diretamente ligado aos aspectos de permeabilidade e de porosidade das rochas e do solo. A amplitude altimétrica apresenta a dimensão do aprofundamento da dissecação do relevo, sendo um indicador para energia potencial para os fluxos de escoamento superficial (*runoff*). A declividade é caracterizada pelo ângulo de inclinação das vertentes em relação ao horizonte, esse aspecto pode contribuir para a velocidade do escoamento superficial (CREPANI ET AL., 2008).

A partir dos critérios apresentados para a análise morfométrica do relevo (amplitude altimétrica, amplitude do interflúvio e a declividade) foi possível apresentar os valores de estabilidade/instabilidade, expressos na tabela 7.

TABELA 7 - ÍNDICE DE ESTABILIDADE/INSTABILIDADE DO MEIO FÍSICO COM BASE NA MORFOMETRIA DO RELEVO

Geomorfologia	Classes Morfométricas	Valores	Índice de Estabilidade / Instabilidade
	Amplitude Altimétrica		< 20m
		20 m – 29,5 m	1,1
		29,5 m – 39 m	1,2
Amplitude do Interflúvio		2.000 m – 2.250 m	2,2
		1.750 m – 2.000 m	2,3
		1.500 m – 1.750 m	2,4
		1.250 m – 1.500	2,5
		1.000 m – 1.250 m	2,6
		750 m – 1000 m	2,7
		500 m – 750 m	2,8
		250 m – 500 m	2,9
Declividade		< 2°	1,0
		2° – 3,3°	1,1
		3,3 - 4,6	1,2
		4,6 - 5,9	1,3
		5,9 - 7,3	1,4
		7,3 - 8,6	1,5
		8,6 - 9,9	1,6
		9,9 - 11,2	1,7
		11,2 - 12,5	1,8
	12,5 - 13,8	1,9	

Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

Aplicando a média entre os valores de amplitude altimétrica, amplitude do interflúvio e declividade foi possível determinar os valores finais de estabilidade/instabilidade média do meio físico das unidades de relevo da Bacia (tabela 8).

TABELA 8 - ÍNDICE DE ESTABILIDADE/INSTABILIDADE MÉDIA DO MEIO FÍSICO COM BASE NA MORFOMETRIA

Classes	Área (m <sup>2</sup> )	Área (ha <sup>2</sup> )	Área (%)	Índice de Estabilidade / Instabilidade
<b>Tabuleiros e Colinas</b>	60314729,04	6031,47	48	1,8
<b>Baixos Platôs</b>	53886232,15	5388,62	43	1,7
<b>Planície Aluvial</b>	11110464,43	1111,05	9	1,6

Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

Portanto, os índices calculados demonstram que os tabuleiros e colinas possuem estabilidade/instabilidade moderada (meio intergrades), apresentando relevos predominantemente planos, todavia existem áreas medianamente onduladas. Os Baixos platôs e as planícies aluviais são áreas de topografia mais

baixa, relevos de plano a suavemente ondulados, por isso apresentam-se com o índice moderadamente estável.

Na análise da estabilidade/instabilidade do solo é destacada a relação entre a morfogênese e a pedogênese. Sendo assim, busca-se estudar se há predomínio de processos erosivos formadores de relevo (morfogênese), que caracterizam áreas de solos jovens e pouco desenvolvidos. Ou se, as características da paisagem permitem o predomínio da formação dos solos (pedogênese), gerando assim solos maduros e bem desenvolvidos.

Na bacia do Igarapé Moura há o predomínio dos argissolos amarelos (tabela 9), caracterizados por serem solos profundos e de baixa fertilidade. Segundo Crepani et al. (1996) apresentam uma grau de estabilidade/instabilidade moderado (meio intergrades), sendo possível verificar uma sequência de horizontes A, Bt e C. Esses solos são típicos de áreas de vegetação de florestal tropical, sendo assim necessitam da ciclagem de nutrientes fornecidos pela floresta para manutenção de sua fertilidade, fato que não acontece na Bacia do Igarapé Moura onde há o predomínio das atividades agropecuárias e urbana.

Na Região Amazônica, os processos relacionados a erosão são provenientes sobretudo, pela ação hídrica, haja vista que a região apresenta altos índices pluviométricos. Esta alta pluviosidade contribui para erosões laminares, em sulcos, ravinas e, em casos mais agudos, voçorocas. Diante disso, além da capacidade do solo de resistir a erosão, a cobertura vegetal possui um papel importante, pois intercepta a atuação direta da precipitação no solo (efeito splash) e aumenta a capacidade de infiltração, diminuindo assim o escoamento superficial (runoff).

TABELA 9 - ÍNDICE DE ESTABILIDADE/INSTABILIDADE DO MEIO FÍSICO COM BASE NOS SOLOS

Classes	Área (m <sup>2</sup> )	Área (ha <sup>2</sup> )	Área (%)	Índice de Estabilidade / Instabilidade
<b>Argissolo Amarelo</b>	118950679,15	11895,07	95	2,0
<b>Gleissolo Hálico</b>	6737294,78	673,73	5	3,0

Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

Além do argissolo amarelo, a Bacia apresenta um tipo de solo jovem e pouco desenvolvido, característico das áreas de planícies aluviais amazônicas, o gleissolo hálico. De acordo com Crepani et al. (1996) estes solos apresentam alto grau de

instabilidade (3.0).

Outro aspecto importante na análise da estabilidade/instabilidade física da paisagem é a cobertura vegetal, haja vista que esta apresenta uma característica de proteção, uma vez que sua maior densidade contribui para os processos pedogenéticos. Em contrapartida sua diminuição pode acelerar os processos morfogenéticos. Na Bacia do Igarapé Moura a cobertura vegetal foi significativamente alterada, restando apenas 15,8% de áreas de capoeira e 8,8% de mata aluvial, ou seja, aproximadamente 75% da área de estudo apresenta baixa densidade de cobertura vegetal, logo uma alta instabilidade do meio físico (tabela 10).

TABELA 10 - ÍNDICE DE ESTABILIDADE/INSTABILIDADE DO MEIO FÍSICO COM BASE NA COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO

<b>Classes</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (ha<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>	<b>Índice de Estabilidade / Instabilidade</b>
<b>Área Urbanizada</b>	10902916,78	1090,29	8,7	3,0
<b>Capoeira</b>	19813090,99	1981,31	15,8	1,2
<b>Mata Aluvial</b>	11110464,68	1111,05	8,8	1,0
<b>Reflorestamento</b>	551500,5031	55,15	0,4	2,5
<b>Pastagem</b>	39178793,06	3917,88	31,3	2,7
<b>Agricultura</b>	40095169,44	4009,52	32,0	3,0
<b>Solo Exposto</b>	3676858,882	367,69	2,9	3,0

Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

Após a caracterização de cada tema, estes valores individualizados foram integrados por meio de uma média aritmética, para formar o produto final que é o mapa de estabilidade/instabilidade física da paisagem.

Partindo desta metodologia foi possível constatar que maior parcela das unidades de paisagem da Bacia hidrográfica do Igarapé Moura (aproximadamente 75%) formadas pelo Geossistema dos Tabuleiros e Colinas com Atividades Produtivas, Geossistema dos Tabuleiros e Colinas com Áreas Urbanizadas, Geossistema dos Baixos Platôs com Atividades Produtivas, Geossistema dos Baixos Platôs com Áreas Urbanizadas (tabela 11 e mapa 16) é formada por áreas moderadamente instáveis.

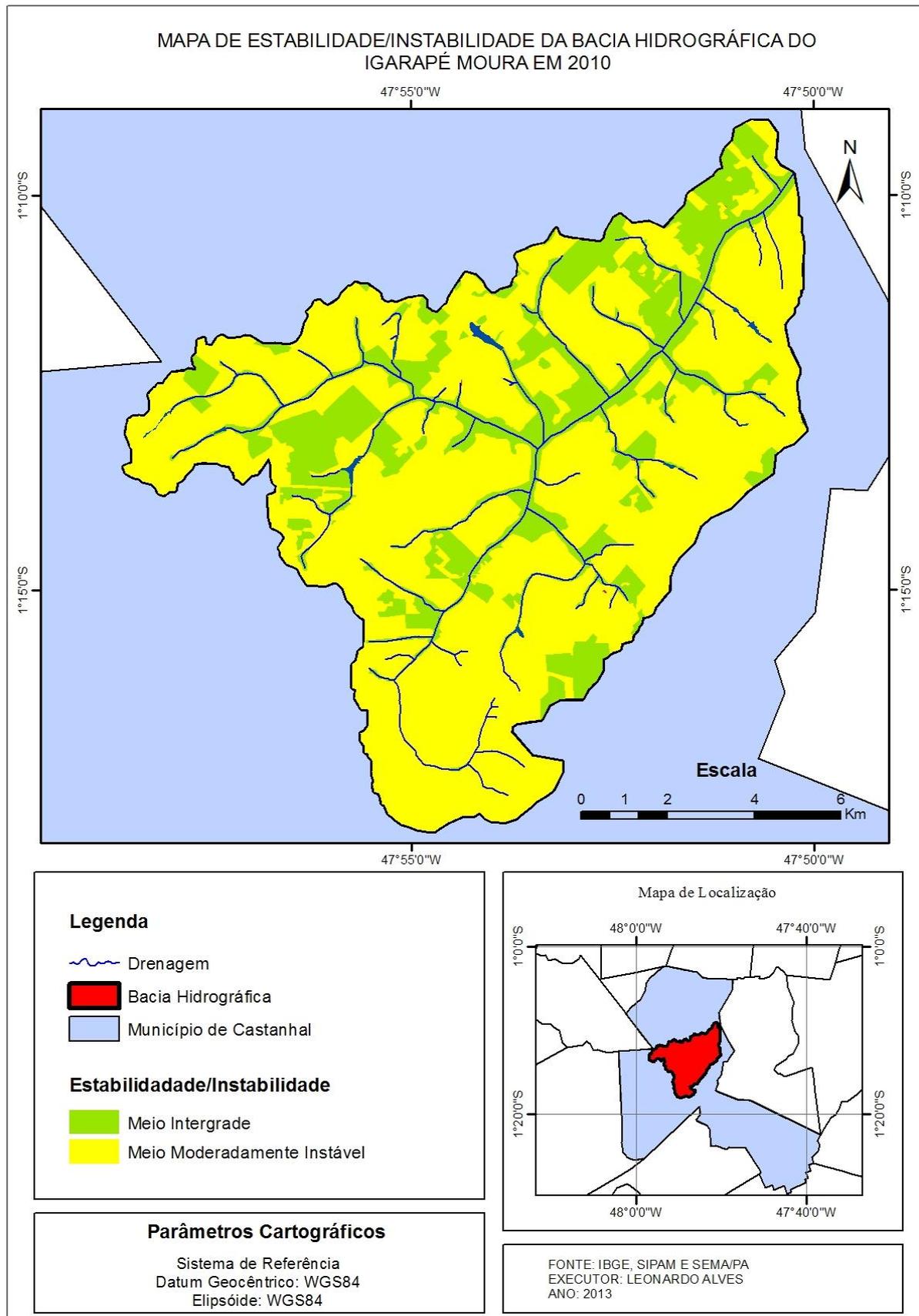
TABELA 11 – ESTABILIDADE/INSTABILIDADE DO MEIO FÍSICO DAS UNIDADES DE PAISAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ MOURA

Unidades de Paisagem	Geologia	Geomorfologia	Pedologia	Cobertura Vegetal e Uso do Solo	Vulneb. Natural à Perda de Solo	Área (%)
Geossistema dos Tabuleiros e Colinas com Atividades Produtivas	2,7	1,8	2	2,9	2,3	31,8
Geossistema dos Tabuleiros e Colinas com Áreas Urbanizadas	2,7	1,8	2	3	2,4	7,0
Geossistema dos Baixos Platôs com Atividades Produtivas	2,7	1,7	2	2,9	2,3	34,8
Geossistema dos Baixos Platôs com Áreas Urbanizadas	2,7	1,7	2	3	2,3	1,7
Geossistema das Capoeiras sobre Colinas, Tabuleiros e Baixos Platôs	2,7	1,7	2	1	1,8	15,8
Geossistema das Florestas Ombrófilas Inundáveis em Planícies Aluviais	3	1,6	3	1	2,2	8,9

Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

Em contrapartida, as áreas que apresentam condições mais estáveis são caracterizadas pelas áreas onde é possível verificar um substrato vegetativo mais denso, localizados no Geossistema das Capoeiras sobre Colinas, Tabuleiros e Baixos Platôs e no Geossistema das Florestas Ombrófilas Inundáveis em Planícies Aluviais. Essas áreas se destacam pela recuperação ou preservação da mata nativa, gerando assim uma proteção aos processos de erosão causados, sobretudo pelas chuvas.

Portanto, a partir da análise da estabilidade/instabilidade do meio físico das unidades de paisagem da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura, percebe-se a necessidade de um ordenamento territorial adequado as características paisagísticas, uma vez que a Bacia se apresenta significativamente modificada do ponto de vista da sua cobertura vegetal e com atividades agropecuárias e, por isso, com um meio instável na maior parte de seu território. Sendo assim, torna-se necessário o entendimento da aptidão agrícola dessas unidades de paisagem para definir os seus usos indicados de acordo com cada uma delas.



Mapa 16 - Estabilidade/Instabilidade da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura.  
Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

#### 4.3.2. Aptidão Agrícola da Paisagem

Para o estudo da aptidão agrícola da Bacia do Moura, foi utilizado os estudos de Crepani et al. (2008 apud RAMALHO FILHO; PEREIRA; BEEK, 1978). Segundo Rosa (1995), a análise da aptidão agrícola tem como objetivo qualificar e quantificar áreas com diferentes capacidades produtivas, buscando indicar áreas aptas sustentavelmente para a lavoura, pastagem plantada e natural e silvicultura, bem como as áreas inaptas às atividades agrícolas do solo.

Sendo assim, a aptidão agrícola é definida por meio de três parâmetros: os níveis de manejo, os grupos de aptidão agrícola e as classes de aptidão agrícola (RAMALHO FILHO E PEREIRA, 1999).

Os Níveis de Manejo visam diagnosticar o comportamento da paisagem em diferentes níveis tecnológicos: Nível de Manejo A (primitivo), Nível de Manejo B (pouco desenvolvido) e Nível de Manejo C (Desenvolvido).

O Nível de Manejo A é caracterizado por práticas agrícolas que refletem um baixo nível tecnológico. Praticamente não há aplicação de capital para o manejo, melhoramento e conservação das condições das paisagens. As práticas agrícolas dependem, sobretudo, do trabalho braçal, podendo ser utilizada alguma tração animal com implementos agrícolas simples (RAMALHO FILHO E PEREIRA, 1999).

O Nível de Manejo B é caracterizado por práticas agrícolas que refletem médio nível tecnológico. Apresenta uma modesta aplicação de capital e resultado de pesquisas para o manejo, melhoramento e conservação das paisagens. Neste nível de manejo, é necessário o uso de técnicas agrícolas, tais como: calagem, adubação com fertilizante NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) e tratamentos fitossanitários simples. Além disso, há uma necessidade de preparo inicial do solo e suas práticas então condicionadas principalmente a tração animal (RAMALHO FILHO E PEREIRA, 1999).

Nível de Manejo C é caracterizado por práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico. Apresenta uma aplicação intensiva de capital e de pesquisas para o manejo, melhoramento e conservação das paisagens. Nesse nível há um significativo uso da mecanização nas diversas fases da operação agrícola.

É importante destacar que nas atividades de pastagem plantada e silvicultura estão previstas modestas aplicações de fertilizantes, defensivos e corretivos, devido

a isso elas se enquadram no nível de manejo B. Já na pastagem natural está implícito o Nível de Manejo A, uma vez que não há necessidade de melhoramentos tecnológicos.

Os grupos de aptidão agrícola das paisagens são representados pelos números de 1, 2, 3, 4, 5 e 6, onde de 1 a 3 são áreas indicadas para lavoura; 4 para áreas indicadas para pastagem plantada; 5 para áreas indicadas para silvicultura ou pastagem natural; e 6 para áreas inaptas ao uso e ocupação do solo (quadro 6).

QUADRO 6 - GRUPOS DE APTIDÃO AGRÍCOLA

Grupos	Aptidão
1 a 3	Terras indicadas para lavoura.
4	Terras indicadas para pastagem plantada.
5	Terras indicadas para silvicultura ou pastagem natural
6	Terras inaptas ao uso e ocupação do solo

Fonte: Ramalho Filho e Pereira, 1999.

As classes expressam a aptidão agrícola das paisagens por meio da relação entre o tipo de utilização (lavouras, pastagem plantada, silvicultura e pastagem natural) e o nível de manejo apresentado. Como parâmetro de análise as classes refletem o grau de intensidade com que as limitações (deficiência de fertilidade, deficiência de água, excesso de água, susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização) comprometem as paisagens. A partir dessa análise as classes são divididas em boa, regular, restrita e inapta.

Na classe boa as paisagens não possuem limitações significativas para a produção sustentada de um determinado uso, observando as condições de manejo considerado. Há um mínimo de restrições que não reduzem a produtividade ou benefícios e não aumentam os insumos acima de um nível aceitável (RAMALHO FILHO E PEREIRA, 1999).

Na classe regular as paisagens apresentam limitações moderadas para a produção sustentada de um determinado uso, observando as condições de manejo considerado. Essa classe possui limitações que reduzem a produtividade ou seus benefícios, elevando a necessidade de insumos de forma a aumentar as vantagens globais a serem obtidas no uso. Mesmo sendo atrativas, essas vantagens são sensivelmente inferiores àquelas auferidas das paisagens de classe boa.

Na classe restrita, as paisagens apresentam limitações fortes para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando as condições de manejo considerado. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, ou

então aumentam os insumos necessários, de tal maneira, que os custos só seriam justificados marginalmente.

Por fim, na classe Inapta as paisagens apresentam condições limitantes que dificultam a possibilidade de produção sustentada de um determinado tipo de uso. Esta classe não é representada por símbolos. Sua interpretação é feita pela ausência das letras no tipo de utilização considerado (quadro 7).

Portanto, a aptidão agrícola das paisagens é classificada em quatro classes de aptidão (boa, regular, restrita e inapta), em três níveis de manejo (baixo, médio e alto nível tecnológico) e quatro tipos de uso e ocupação (lavoura, pastagem plantada, silvicultura e pastagem natural), conforme quadro 7.

QUADRO 7 - CLASSES DE APTIDÃO AGRÍCOLA DAS PAISAGENS E NÍVEIS DE MANEJO

	TIPOS DE UTILIZAÇÃO					
	Lavoura			Pastagem Plantada	Silvicultura	Pastagem Natural
APTIDÃO	Manejo A	Manejo B	Manejo C	Manejo B	Manejo B	Manejo A
Boa	A	B	C	P	S	N
Regular	a	b	C	P	S	n
Restrita	(a)	(b)	(c)	(p)	(s)	(n)
Inapta	-	-	-	-	-	-

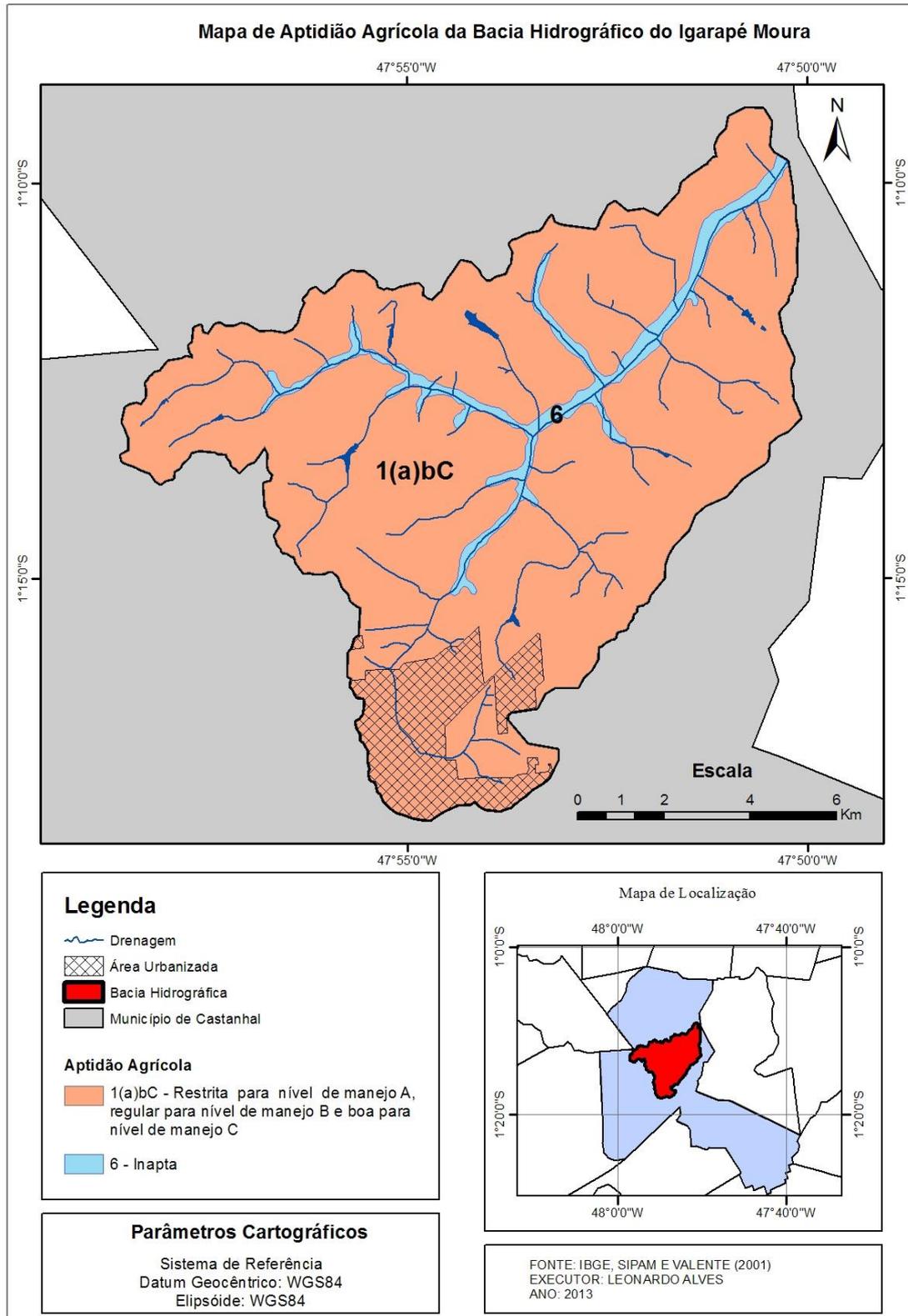
FONTE: adaptado de Rosa 1995 (apud RAMALHO FILHO ET AL., 1978)

Com base nos estudos de Valente et al. (1999), sobre a aptidão agrícola no Município de Castanhal, foi possível identificar duas classes bem definidas de aptidão na Bacia Hidrográfica do Moura (mapa 17): classe 1(a)bC e classe 6.

A classe 1(a)bC representa 95% da área da bacia. É caracterizada pela aptidão boa para lavouras no nível de manejo C (desenvolvido), regular no nível de manejo B (pouco desenvolvido) e restrita no nível de manejo A (primitivo). Essas áreas são caracterizadas pelos solos profundos, bem drenados, de baixa fertilidade química, classificados como Argissolo Amarelo, bem como, por topografia de plana a moderadamente ondulada (Colinas, tabuleiros e baixos platôs) sobre áreas sedimentares do Grupo Barreira-Pós-Barreiras.

Em menor dimensão (5%), a Bacia possui áreas de classe de aptidão inapta para uso agrícola (classe 6). Essas áreas devem ser destinadas à preservação, ou seja, manutenção da cobertura nativa ou recuperação da área degradada. Essas áreas estão localizadas ao longo da margem do Igarapé Moura e seus tributários, sendo caracterizadas por sedimentos recentes, solos aluviais (Gleissolo Háplico),

vegetação ombrófila em áreas de planícies inundáveis e topografia de plana a suavemente ondulada.



Mapa 17 - Aptidão Agrícola da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura  
Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

Portanto, ao analisar a aptidão agrícola das paisagens da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura é possível verificar que sua maior porção possibilita a utilização das unidades de paisagem para fins de lavoura, pastagem cultivada e silvicultura, todavia essas áreas precisam de um nível de manejo, preferencialmente, desenvolvido (Nível de Manejo C) do ponto de vista tecnológico e de pesquisas para melhoramento do solo. A adoção desse tipo de manejo possibilita o uso sustentável das paisagens da Bacia hidrográfica de acordo com sua capacidade de suporte.

#### 4.3.3. Incompatibilidade Legal

Segundo Crepani et al. (2008), as áreas de preservação permanente que são utilizadas para alguma atividade diferente daquela indicada por lei, corresponde as áreas de incompatibilidade ilegal.

Essas Áreas de Preservação Permanente (APPs), são definidas de acordo com o Novo Código Florestal Brasileiro, publicado através da Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, modificada pela Lei 12.727, sancionada em 17 de outubro de 2012 e regulamentada pelo Decreto 7.830.

Sendo assim, de acordo com o Novo Código Florestal Brasileiro, na Bacia do Igarapé do Rio Moura, observou-se as seguintes APPs: faixas marginais de curso d'água natural em largura mínima de 30 (trinta) metros (para os cursos d'água de menos de dez metros de largura), faixas marginais de curso d'água natural em largura mínima de cinquenta metros (para os cursos d'água entre dez metros e cinquenta metros de largura), faixas marginais de curso d'água natural em largura mínima de cem metros (para os cursos d'água entre cinquenta metros e duzentos metros de largura) e áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, no raio mínimo de cinquenta metros.

A partir da combinação entre essas áreas de preservação permanente e a cobertura vegetal e uso do solo da Bacia hidrográfica do Igarapé Moura, verificou-se que 65,9% corresponde a áreas de compatibilidade legal (uso indicado por lei), ou seja, áreas que se apresentam preservadas ou em recuperação de acordo com a faixa estabelecida pela legislação ambiental. Em contrapartida 34,1% da APP da Bacia corresponde às áreas em que apresentam usos agropecuários e urbanos

incompatíveis legalmente.

Dentro dos 743,16 ha de APP da Bacia Hidrográfica que apresentam uma compatibilidade legal total ou parcial são, respectivamente, 62% correspondem ao Geossistema das Florestas Ombrófilas Inundáveis em Planícies Aluviais e 3,9% ao Geossistema das Capoeiras sobre Colinas, Tabuleiros e Baixos Platôs (conforme tabela 12).

Já as APPs que não estão compatíveis legalmente se encontram distribuídas da seguinte maneira: 24,4% são constituídas por Geossistema dos Baixos Platôs com Atividades Agropecuárias, 6,5% por Geossistema dos Tabuleiros e Colinas com Atividades Agropecuárias, 2,5% por Geossistema dos Baixos Platôs com Áreas Urbanizadas e 0,7% por Geossistema dos Tabuleiros e Colinas com Áreas Urbanizadas (conforme tabela 12).

As áreas de incompatibilidade legal de uma determinada área podem ser visualizadas em um mapa resultante da combinação entre as áreas de preservação permanente, cobertura vegetal e uso do solo e unidades de paisagem, conforme mapa 18 que aponta as áreas de incompatibilidade legal da Bacia hidrográfica do Igarapé Moura.

TABELA 12 – COMPATIBILIDADE/INCOMPATIBILIDADE LEGAL DAS UNIDADES DE PAISAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ MOURA

Unidades de Paisagem	Compatibilidade / Incompatibilidade Legal	Área (m <sup>2</sup> )	Área (ha <sup>2</sup> )	Área (%)
<b>Geossistema dos Tabuleiros e Colinas com Atividades Agropecuárias</b>	Incompatível	483168,31	48,32	6,5
<b>Geossistema dos Tabuleiros e Colinas com Áreas Urbanizadas</b>	Incompatível	53435,81	5,34	0,7
<b>Geossistema dos Baixos Platôs com Atividades Agropecuárias</b>	Incompatível	1814526,75	181,45	24,4
<b>Geossistema dos Baixos Platôs com Áreas Urbanizadas</b>	Incompatível	182602,65	18,26	2,5
<b>Geossistema das Capoeiras sobre Colinas, Tabuleiros e Baixos Platôs</b>	Parcialmente Compatível	292808,44	29,28	3,9
<b>Geossistema das Florestas Ombrófilas Inundáveis em Planícies Aluviais</b>	Compatível	4605033,88	460,50	62,0
<b>Total</b>		7431575,84	743,16	100,0

Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.



#### 4.3.4. Uso Indicado à capacidade de suporte das unidades de paisagem como subsídio ao planejamento/ordenamento territorial

O uso indicado à capacidade de suporte das unidades de paisagem é um procedimento que permite representar espacialmente possíveis combinações, entre: instabilidade do meio físico, cobertura vegetal e de aptidão agrícola, dentre outros, com a finalidade de gerar informações não somente sobre a localização das áreas que precisam ser preservadas como daquelas que devem ser recuperadas. Esse procedimento também indica a localização das áreas que podem ser destinadas ao uso agrícola.

Essas informações combinadas, cuja base de análise é geográfica, permitem prover subsídios à gestão territorial de uma determinada área. Tais informações são de fundamental interesse tanto para os agentes econômicos que atuam na área, como também aos órgãos governamentais e às populações locais, uma vez que, a partir desse procedimento é possível se identificar e localizar os diferentes tipos de uso de acordo com a capacidade de suporte dessas áreas.

Com o intuito de fornecer subsídio para à gestão territorial da Bacia do Igarapé Moura, integraram-se as seguintes variáveis: unidade de paisagem, instabilidade do meio físico, aptidão agrícola das paisagens e incompatibilidade legal. A partir da integração de tais variáveis foi possível identificar e cartografar a extensão de sete áreas de uso indicado de acordo com a capacidade de suporte das unidades paisagísticas da Bacia do Igarapé Moura: agropecuária com tecnologia, agropecuária mecanizada, área urbana, preservação, preservação prioritária, conservação/uso sustentável e recuperação prioritária (tabela 13 e mapa 19).

TABELA 13 - USO INDICADO À CAPACIDADE DE SUPORTE DAS UNIDADES DE PAISAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ MOURA

<b>Uso Indicado para Ordenamento Territorial</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (ha<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
<b>Agropecuária com tecnologia</b>	41778517,09	4177,85	33,3
<b>Agropecuária Mecanizada</b>	39393417,18	3939,34	31,4
<b>Área Urbana</b>	10666878,35	1066,69	8,5
<b>Preservação</b>	6505430,69	650,54	5,2
<b>Preservação Prioritária</b>	4897842,31	489,78	3,9
<b>Conservação/uso Sustentável</b>	19520282,62	1952,03	15,6
<b>Recuperação Prioritária</b>	2533733,53	253,37	2,0

Fonte: Alves, Leonardo Pinheiro, 2013.

As áreas produtivas com tecnologia correspondem a aproximadamente 33% da Bacia hidrográfica e encontram-se inseridas no Geossistema dos Baixos Platôs com Atividades Produtivas. Essas áreas produtivas com tecnologia possuem aptidão agrícola boa para lavouras no nível de manejo C, regular no nível de manejo B e restrita no nível de manejo A. Nessas áreas a instabilidade é moderadamente elevada. Diante disso, é indicado certo uso de tecnologia para o manejo, melhoramento e conservação dessa unidade paisagística para os usos como lavoura, agricultura planta e silvicultura.

Outra grande parte da Bacia Hidrográfica do Igarapé Moura (31,4%) tem seu uso recomendado para áreas produtivas mecanizadas. Essa área, esta inserida no Geossistema dos Tabuleiros e Colinas com Atividades Produtivas, apresentado aptidão agrícola boa para lavouras no nível de manejo C, regular no nível de manejo B e restrita no nível de manejo A. Nessas áreas o grau de instabilidade do meio físico é significativamente elevado (moderadamente instável). Todavia, apesar de apresentar certa semelhança na aptidão agrícola e instabilidade com as áreas produtivas com tecnologia, as áreas produtivas mecanizadas apresentarem maiores altitudes e declividades sendo necessário um uso mais racional dos seus recursos, com a adoção de capital, estudos e desenvolvimento tecnológico para o manejo, melhoramento e conservação das lavouras, pastagens e silvicultura, evitando assim a aceleração dos processos morfogênicos. Portanto, essas áreas são inapropriadas para usos sem adoção de tecnologia.

Outros 8,5% da área da Bacia, pertencentes ao Geossistemas dos Tabuleiros e Colinas com Áreas Urbanizadas e ao Geossistemas dos Baixos Platôs com Áreas Urbanizadas, já apresentam-se destinados a área urbana do Município de Castanhal. Por se tratar de uma área muito dinâmica e em significativo processo de expansão é importante o estabelecimento de políticas para o tratamento de seus efluentes, para reduzir assim a poluição do Igarapé Moura.

As áreas estabelecidas enquanto Preservação Prioritária (3,9%) são aquelas formadas pelo Geossistema das florestas ombrófilas inundáveis em planícies aluviais e, em menor escala, pelo Geossistema das capoeiras sobre colinas, baixos platôs e tabuleiros localizados em áreas de preservação permanente, ou seja, parcelas das referidas unidades de paisagem que apresentam um impedimento legal para serem ocupadas e um impedimento físico, pois são indispensáveis para

manutenção dos mananciais hídricos. Apesar de essas áreas terem uma mediana estabilidade/instabilidade (meio intergrade), isso se deve à presença de cobertura vegetal primitiva e/ou secundária. Caso ocorra retirada dessa cobertura vegetal que protege a superfície do solo para a adoção de atividade antrópicas, haverá uma aceleração dos agentes erosivos (morfogenéticos). Portanto, é indispensável a preservação prioritária para não ocorrer degradação paisagísticas dessa porção da Bacia hidrográfica.

As áreas de Recuperação Prioritária (2,0%) são aquelas formadas por uma parte do Geossistema dos Tabuleiros e Colinas com Atividades Produtivas, do Geossistemas dos Tabuleiros e Colinas com Áreas Urbanizadas, do Geossistemas dos Baixos Platôs com Atividades Produtivas e Geossistemas dos Baixos Platôs com Áreas Urbanizadas, localizadas em áreas de preservação permanente. Esses geossistemas são caracterizados pela intervenção antrópica sobre a paisagem, sendo assim são incompatíveis do ponto de vista legal para destinação apropriada dessa porção do território da Bacia. Diante disso, essas áreas precisam de uma recuperação prioritária, tanto para se enquadrar na legislação ambiental vigente quanto para o impedimento dos processos morfogenéticos que causam a degradação do Igarapé Moura e seus afluentes.

Outras áreas de uso indicado à capacidade de suporte como subsídio ao ordenamento territorial são as áreas de Preservação compreendendo cerca de 5% da Bacia. Essas áreas então inseridas no Geossistema das florestas ombrófilas inundáveis em planícies aluviais, que se encontram fora dos limites das áreas de preservação permanente. Essas áreas são inaptas para a produção agropecuária e são significativamente vulneráveis quando retiradas a cobertura vegetal. Portanto, é necessária a manutenção da cobertura vegetal em detrimento das atividades antrópicas para a manutenção do equilíbrio ecodinâmico.

Por fim, as áreas de Conservação/Uso Sustentável são aquelas inseridas nos Geossistema das capoeiras sobre colinas, baixos platôs e tabuleiros fora dos limites estabelecidos para as áreas de preservação permanente. Essas áreas apresentam uma significativa representatividade no território da Bacia hidrográfica com aproximadamente 15%. Apesar de apresentar uma aptidão agrícola boa para lavouras no nível de manejo C, regular no nível de manejo B e restrita no nível de manejo e uma instabilidade do meio físico medianamente estável/instável, as áreas

apresentam uma cobertura vegetal secundária significativamente desenvolvida, sendo, portanto indicado a sua conservação associado a usos sustentáveis, ou seja, sem derrubada da cobertura vegetal existente.

A partir de tais análises, verificou-se a necessidade de se utilizar níveis técnico-científicos na produção agropecuária da Bacia, com a finalidade de melhorar as formas de manejo das diferentes unidades de paisagem, bem como, a necessidade de se conservar a cobertura vegetal secundária a partir da utilização de técnicas que visem o desenvolvimento sustentável associado a manutenção da floresta.

O uso indicado à capacidade de suporte das unidades de paisagem é um procedimento de fundamental importância uma vez que permite representar espacialmente possíveis combinações com a finalidade de gerar informações sobre a localização das áreas que precisam ser preservadas e também das que devem ser recuperadas. Tais conhecimentos são indispensáveis para o reconhecimento da capacidade de suporte da área analisada, culminando assim com um planejamento/ordenamento territorial adequado.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da capacidade de suporte das unidades de paisagem para fins de planejamento/ordenamento territorial apresenta cada vez mais importância em escala nacional e, sobretudo, em relação a Região Amazônica, por sua dimensão territorial e características ambientais complexas. Estudar a paisagem apresenta o desafio de se entender a sua estrutura atual e a dinâmica dos processos que a formaram/formam.

A dinâmica da paisagem do Igarapé Moura está inserida no processo de formação do Município de Castanhal, que se deu pela influência do dinamismo socioeconômico fomentado pela Ferrovia Belém-Bragança (iniciada em 24/06/1883) e, após a desativação da ferrovia na década de 1960, quando houve um processo de reorganização da paisagem na Região Amazônia a partir da construção de rodovias, objetivando integrar a região Amazônica com as outras regiões brasileiras. No caso específico da Bacia do Igarapé Moura, ganha destaque a construção da Rodovia Belém-Brasília, principal eixo de integração entre a região Amazônica com o Centro-sul do país.

Diante disso, buscou-se analisar as unidades de paisagem na Microbacia do Igarapé Moura no Município de Castanhal, considerando a estrutura e a dinâmica face às ações antrópicas, com o intuito de dar subsídios ao planejamento/ordenamento territorial da Microbacia.

Para a realização de tal análise, optou-se pelo método de interpretação sistêmico, baseado na Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 1977) e na Teoria dos Sistemas Complexos/ Dinâmicos (CAPRA, 2003; CHRISTOFOLETTI, 1998), uma vez que permitiu entender as unidades de paisagem por meio de uma perspectiva teórica, que privilegiou as relações entre os componentes da paisagem de forma integrada e dinâmica.

Foi possível ainda perceber que a partir da desativação da Estrada de Ferro, na década de 1960, e a implementação do projeto de integração nacional do Governo Federal por meio das rodovias, a bacia hidrográfica passou por significativas modificações. Se antes apresentava uma característica eminentemente rural, a partir deste momento ganha um novo conteúdo, onde as atividades urbanas ligadas, sobretudo, ao comércio, serviços e indústrias começam a se expandir em

direção a Bacia hidrográfica. Verificou-se que no início da década de 1980 a área urbana ocupava 418.82 hectares (3%) do território da bacia, concentrando-se, sobretudo no setor sudoeste, ao longo da BR-316, da PA-136 e da PA-320. Já em 1994 a área urbana representava 831.72 hectares (7%) um crescimento de mais de 130% em uma década.

Além disso, no mesmo período, constatou-se o domínio das áreas produtivas ligadas as atividades agropecuárias ao longo de toda a Bacia representando, mais da metade de sua área.

Ao analisar os aspectos fisiográficos da Microbacia, percebeu-se que a cobertura sedimentar e unidade lito-estratigráfica é predominantemente dos sedimentos do Grupo Barreiras-Pós-Barreiras e de forma mais restrita os sedimentos recentes de origem aluvial. A morfologia e morfometria é caracterizada, sobretudo, por relevos de terras baixas, de planos a suavemente ondulados e com baixo grau de declividade. A Bacia é formada pelo Argissolo Amarelo nas áreas dos baixos platôs, tabuleiros e colinas e de forma menos acentuada por Gleissolo Háplico nas áreas de planície aluvial. Na análise da cobertura vegetal e uso do solo, percebeu-se uma intensiva ação antrópica na modificação da paisagem, sobretudo, pelas atividades produtivas (agricultura, pecuária, silvicultura e piscicultura) com 67% da área da Bacia.

A partir da análise dos aspectos fisiográficos da microbacia foi possível estabelecer a estrutura da paisagem e sua delimitação em unidades. Sendo assim, foi compartimentada a Bacia do Igarapé Moura em 6 unidades de paisagem: Geossistema dos Tabuleiros e Colinas com Atividades Produtivas, Geossistemas dos Tabuleiros e Colinas com Áreas Urbanizadas, Geossistemas dos Baixos Platôs com Atividades Produtivas, Geossistemas dos Baixos Platôs com Áreas Urbanizadas, Geossistema das Capoeiras sobre Colinas, Baixos Platôs e Tabuleiros e Geossistema das Florestas Ombrófilas Inundáveis em Planícies Aluviais.

A delimitação das unidades de paisagem foi de fundamental importância para elaboração da cartografia de estabilidade/instabilidade do meio físico, aptidão agrícola e incompatibilidade legal, uma vez que permitiu a partir da integração dessa informação a geração do produto final, que foi a cartografia de uso indicado como subsídio ao ordenamento territorial.

Do ponto de vista da instabilidade a Bacia apresenta predominantemente

áreas com significativos índices de instabilidade, destacando os geossistemas que são caracterizados pela ação antrópica, a saber: Geossistema dos Tabuleiros e Colinas com Atividades Produtivas, Geossistemas dos Tabuleiros e Colinas com Áreas Urbanizadas, Geossistemas dos Baixos Platôs com Atividades Produtivas, Geossistemas dos Baixos Platôs com Áreas Urbanizadas.

Em contrapartida, as áreas que apresentam condições mais estáveis são caracterizadas pelas áreas onde é possível verificar um substrato vegetativo mais denso, localizados no Geossistema das Capoeiras sobre Colinas, Tabuleiros e Baixos Platôs e no Geossistema das Florestas Ombrófilas Inundáveis em Planícies Aluviais.

Na análise da aptidão agrícola das paisagens da Bacia Hidrográfica, constatou-se que sua maior porção possibilita a utilização destas para fins de lavoura, pastagem planta e silvicultura, todavia essas áreas precisam de um nível de manejo, preferencialmente, desenvolvido (Nível de Manejo C) do ponto de vista tecnológico e de pesquisas para melhoramento do solo. Além dessas, verificou-se também áreas inaptas para o desenvolvimento de atividades agrícolas.

Foi possível avaliar a ocupação antrópica em áreas de preservação permanente a partir da cartografia de incompatibilidade legal. Percebeu-se com esta cartografia que essas áreas precisam ser recuperadas prioritariamente, uma vez que aceleram os processos ligados à morfogênese e ainda desrespeitam a legislação ambiental vigente.

Além disso, a partir da integração das informações de unidades de paisagem, identificar e cartografar instabilidade do meio físico, aptidão agrícola das paisagens e incompatibilidade legal, percebeu-se a extensão de sete áreas de uso indicado de acordo com a capacidade de suporte das unidades paisagísticas da Bacia do Igarapé Moura: agropecuária com tecnologia, agropecuária mecanizada, área urbana, preservação, preservação prioritária, conservação/uso sustentável e recuperação prioritária.

O estudo demonstrou, sobretudo, necessidade de utilização de níveis técnico-científicos na produção agropecuária da Bacia, visando o melhoramento das formas de manejo das diferentes unidades de paisagem. Além disso, a necessidade de conservação da cobertura vegetal secundária a partir de técnicas que visem o desenvolvimento sustentável atrelado a manutenção da floresta.

Os resultados obtidos no presente trabalho servem para mostrar quão complexa é a análise integrada da paisagem, mesmo a partir de um ferramental tecnológico avançado proporcionado pelos SIGs. Sendo assim, torna-se um desafio técnico e científico significativo o estudo da dinâmica e capacidade de suporte da paisagem na medida em que estas, cada vez mais estão sendo alteradas pelas atividades antrópicas sem um planejamento/ordenamento territorial adequado.

## REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A.N. **Domínios morfolclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil**. Orientação, n.3, 1967.

\_\_\_\_\_. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. **Geomorfologia**, n.18, 1969

\_\_\_\_\_. **Formas de relevo**: Texto básico. São Paulo, FUNBEC/EDART, 1975.

\_\_\_\_\_. **A Amazônia**: do Discurso à Práxis. São Paulo: EDUSP, 2004.

ALMEIDA, F. G. O Ordenamento Territorial e a Geografia Física no Processo da Gestão Ambiental. In: SANTOS, M; BECKER, B. (Org.). **Território Territórios**. 2 ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2007, v. 1, p. 333-354.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1977.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Cadernos de Ciências da Terra (13)**. São Paulo: IG-USP, 1971.

BORELLLI, Dario Luis. Aziz Ab'Sáber: problemas da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 53, Abr. 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142005000100002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142005000100002&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 12 maio 2013.

BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. **Folha SA. 23 São Luis e parte da folha SA. 24 Fortaleza**; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1973 (Série Levantamentos de Recursos Naturais, 3).

BRASIL. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). **Estação e Dados**. Disponível em: <[www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)>. Acesso em: 05 jan. 2013.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO A.M.V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 16 ago. 2010.

CAMARGO, L. **A ruptura do meio ambiente**. Conhecendo as novas mudanças ambientais do planeta através de uma nova percepção da ciência: A geografia da complexidade. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 2008.

CAPRA, F. **A teia da vida**: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. 8. ed. São Paulo: Cultrix, 2003.

CASSETI, Valter. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 01 jun. 2011.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.

\_\_\_\_\_. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgar Blücher, 1998.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T. **Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico**. INPE, São José dos Campos, SP, 1996.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T.; BARBOSA, C. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S., PALMEIRA, A.F., SILVA, E.F. Zoneamento Ecológico Econômico. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

CRUZ, E. **A estrada de ferro de Bragança: visão social, econômica e política**. Belém: Falangola, 1955.

DELPOUX, M. Ecosistema e Paisagem. **Métodos em Questão 7**, São Paulo: Instituto de Geografia – USP, 1974.

ERHART, H. A teoria Bio-resistásica e os problemas biogeográficos e paleobiogeográficos. **C. R. Som. Séanc. Soc. Biogéogr.**, v. 287/89, p. 45-53, 1956.

FERREIRA, M. C. Considerações teórico-metodológicas sobre as origens e a inserção do sistema de informação geográfica na geografia. In: Antonio Carlos Vitte. (Org.). **Contribuições à história e a epistemologia da geografia**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

FLORENZANO, T. G. Introdução à Geomorfologia. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FONTES, R. G. **Expansão urbana no Município de Castanhal: o caso do bairro da Jaderlândia III**. 2006. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia)-Faculdade de Geografia e Cartografia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

GONÇALVES, C. W. P. **O Desafio Ambiental**. Rio de Janeiro/São Paulo: Editora Record, 2004.

GREGORY, K. J. **A Natureza da Geografia Física**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Consultado em: 12 ago. 2012.

MATOS, J. S. **Uma análise do uso do solo urbano na Avenida Barão do Rio Branco em Castanhal-PA**. 2003. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso

(Monografia)-Faculdade de Geografia e Cartografia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2003.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 31 ago. 2009.

MIRANDA, R. R. **Interfaces do rural e do urbano em áreas de colonização antiga na Amazônia**: estudo de colônias agrícolas em Igarapé-Açu e Castanhal (PA). 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas**: a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2000.

MORIN, E. **O método**: a natureza da natureza. Lisboa. Publicações Europa-América, 1977. (Coleção Biblioteca Universitária).

PARÁ. Secretaria Executiva de Planejamento Orçamento e Finanças. **Estado do Pará em números**. Disponível em: <[www.sepof.pa.gov.br](http://www.sepof.pa.gov.br)>. Acesso em: 18 mar. 2010.

RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, L. C. **Aptidão agrícola das terras do Brasil**: potencial de terras e análise dos principais métodos de avaliação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

ROCHA, J. S. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria: UFSM, 1991.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. D.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia da paisagem: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: EDUFC, 2002.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. **Mercator** – Revista de Geografia da UFC. Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 95-112, 2002.

ROSA, R. **O Uso de SIGs para o Zoneamento**: uma abordagem metodológica, São Paulo: USP/FFLCH, 1995.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, ambiente e planejamento**. São Paulo:Contexto, 1990. (Coleção Repensando a Geografia).

ROSSETTI, D. Late cenozoic sedimentary evolution in Northeastern Pará, Brazil, within the context of sea level changes. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 14, p. 77-89, 2001.

\_\_\_\_\_. Paleosurfaces from northeastern Amazonia as key for reconstructing paleolandscapes and understanding weathering products. **Sedimentary Geology**. Elsevier, 2004, n.º 169, pp. 151-174.

\_\_\_\_\_. Evolução sedimentar miocênica nos Estados do Pará e Maranhão. **Geologia USP**. Série Científica, São Paulo, v. 6, p. 7-18, 2006.

ROSSETTI, D.; GÓES, A. M. ; SOUZA, L. S. B. Estratigrafia da sucessão sedimentar Pós-Barreiras (Zona Bragantina, Pará) com base em radar de penetração no solo. **Revista Brasileira de Geofísica**, Rio de Janeiro, v. 19, n.3, p. 113-130, 2001.

ROSSETTI, D. F; TRUCKENBRODT, W. & GÓES, A. M<sup>a</sup>. Estudo paleoambiental e estratigráfico dos sedimentos barreiras e pós-barreiras na região Bragantina, nordeste do Pará. Belém, **Boletim do Museu Emílio Goeldi**. Série Ciências da Terra.1(1). Julho de 1989. p. 25-74.

SÁ, S. H. Contribuição à geologia dos sedimentos terciários e quaternários da região Bragantina. **Boletim Geológico**: Instituto de Geociências/UFPA, Belém, PA, n.3, p. 21-36, 1969.

SANTOS, O. C. de O. **Análise do uso do solo e dos recursos hídricos na microbacia do igarapé Apeú, nordeste do Estado do Pará**. Rio de Janeiro: UFRJ. 2006. 269 p. (Tese de Doutorado)

\_\_\_\_\_. **A evolução das paisagens na microbacia hidrográfica do Igarapé Apeú, nordeste do Estado do Para-Brasil**. Disponível em: <[http://egal2009.easyplanners.info/area07/7087\\_CARDOSO\\_DE\\_OLIVEIRA\\_SANTOS\\_ODETE.pdf](http://egal2009.easyplanners.info/area07/7087_CARDOSO_DE_OLIVEIRA_SANTOS_ODETE.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2010.

SILVA, E. V. ; GORAYEB, A. ; RODRIGUEZ J. M. **Geoecologia das Paisagens, Cartografia Temática e Gestão Participativa**: Estratégias de Elaboração de Planos Diretores Municipais. In: VI Seminário Latinoamericano de Geografia Física, II Seminário IberoAmericano de Geografia Física, 2010, Coimbra. Actas do VI Seminário Latino Americano e II Seminário Ibero Americano de Geografia Física. Coimbra, 2010. v. 1. p. 1-8.

SIQUEIRA, J. L. F. **Trilhos**: o caminho dos sonhos (memorial da Estrada de Ferro de Bragança). Bragança, PA: [s.n.], 2008.

SOUZA JUNIOR, C. M.; QUADROS, M. L. do E. S.; BEZERRA, O. V. **Projeto**: relatório final estágio de campo III, município de Castanhal. Belém: Universidade Federal do Pará, 1992.

SPÖRL, C.; ROSS, J. L. S. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, n. 15, p. 39-49, 2004.

TRICART, J. Geomorfologia nos estudos integrados de ordenação do meio natural. **Boletim Geográfico**, 251, Ano 34. Tradução de Lucy Pinto Galego. Rio de Janeiro/RJ: IBGE, 1976.

\_\_\_\_\_. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. 91p.

\_\_\_\_\_. **Paisagem e Ecologia**. São Paulo: Igeo/USP, 1981

TRICART, J; KILLIAN, J. **L'éco-géographie et l'aménagement du milieu naturel**. Paris: François Maspero, 1979.

TROPMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. **Mercator** – Revista de Geografia da UFC, Fortaleza, v.5, n. 10, p. 79-88, 2006.

TUCCI, C.E.M. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Editora ABRH, 1997.

VALENTE, M. A.; SILVA, J. M. L. da; RODRIGUES, T. E.; CARVALHO, E. J. M.; ROLIM, P. A. M.; SILVA, E. S.; PEREIRA, I. C. B. **Solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do município de Castanhal, Estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 27 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 119). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57195/1/Doc119.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2012.