



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ – UNIFAP
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA/AP
INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO AMAPÁ - IEPA
CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL – CI/BRASIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE TROPICAL

Cassandra Pereira de Oliveira

O MÉTODO DE AVALIAÇÃO POR MÚLTIPLOS CRITÉRIOS COMO APOIO AO
PLANEJAMENTO AMBIENTAL: APLICAÇÃO EXPERIMENTAL NO CERRADO
CENTRAL DO AMAPÁ, BRASIL.

Macapá – AP

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Cassandra Pereira de Oliveira

O MÉTODO DE AVALIAÇÃO POR MÚLTIPLOS CRITÉRIOS COMO APOIO AO
PLANEJAMENTO AMBIENTAL: APLICAÇÃO EXPERIMENTAL NO CERRADO
CENTRAL DO AMAPÁ, BRASIL.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical da Universidade Federal do Amapá - UNIFAP, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade Tropical.

Linha de Pesquisa: Gestão e Conservação da Biodiversidade

Orientador: Prof.Dr. Ricardo B. Machado

Macapá – AP

2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá

Oliveira, Cassandra Pereira de

O método de avaliação por múltiplos critérios como apoio ao planejamento ambiental: aplicação experimental no cerrado central do Amapá, Brasil / Cassandra Pereira de Oliveira; orientador Ricardo B. Machado. Macapá, 2009.

90 p.

Dissertação (mestrado) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical.

1. Biodiversidade tropical. 2. Planejamento ambiental. 3. Cerrado central - Amapá. 4. Zoneamento ecológico-econômico. 5. Ordenamento territorial. I. Machado, Ricardo B., orient.. II. Fundação Universidade Federal do Amapá. III. Título.

Cassandra Pereira de Oliveira

O MÉTODO DE AVALIAÇÃO POR MÚLTIPLOS CRITÉRIOS COMO APOIO AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL: APLICAÇÃO EXPERIMENTAL NO CERRADO CENTRAL DO AMAPÁ, BRASIL.

Dissertação aprovada pelo Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical da Universidade Federal do Amapá - UNIFAP, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade Tropical.

Linha de Pesquisa: Gestão e Conservação da Biodiversidade

Orientador: Prof. Dr. Ricardo B. Machado - PPGGIO
Conservação Internacional – CI/Brasil

Examinador: Prof. Dr. Alan Cavalcanti Cunha - PPGGIO
Universidade Federal do Amapá - UNIFAP

Examinador: Dr. Christoph Bernhard Jaster
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio

Examinadora: Profa. Dra. Helenilza Ferreira de Albuquerque Cunha - PPGGIO
Universidade Federal do Amapá - UNIFAP

Aprovada em 26 de março de 2009

*Para Alexandre Brito,
Por sua capacidade amavelmente irritante
de não permitir que eu fuja dos meus
objetivos.*

AGRADECIMENTOS

É muito difícil percorrer certos caminhos sem contar com a ajuda de pessoas que, em determinado momento, conseguem nos mostrar exatamente aquilo que estávamos precisando enxergar. São essas pessoas que nos ensinam que os melhores olhos são sempre os nossos, mas que é mais agradável andar de mãos dadas.

Sempre tive a sorte de encontrar várias pessoas com as quais aprendi a coisa certa no meu momento exato. Com este trabalho não foi diferente. Seria impossível elencar os nomes, fatos e “causos” dignos de agradecimento por terem me ajudado a chegar até o final deste (longo) ciclo, mas não seria justo deixar de citar algumas pessoas que foram essenciais neste processo.

Por isso, agradeço profundamente à Claudia Funi e a Ricardo Tannús, pelo companheirismo, pelas madrugadas insones e pela generosidade de saberem compartilhar até as dúvidas e incertezas.

Aos meus colegas do Centro de Ordenamento Territorial – IEPA, em especial a Benedito Vitor Rabelo, Antonio Tebaldi Tardin e ao pessoal do Laboratório de Geoprocessamento: Elias Ávila, Francinete Facundes, Ronaldo Almeida e Valdeci Marques Gibson, com os quais eu aprendi a base de tudo o que este trabalho apresenta.

Aos colegas do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio, que tiveram bons ouvidos para ouvir meus lamentos e compreender minhas limitações, em especial à minha equipe de trabalho e à Adriana Prestes, por seu indispensável apoio para o levantamento de dados de campo.

Aos colegas do PPGBio, com os quais compartilhei angústias e incertezas, mas também boas oportunidades de amadurecimento.

Ao Programa BECA - IIEB/Fundação MOORE, que apoiou a realização da etapa de campo deste estudo.

Ao meu orientador, Ricardo Machado, que não desistiu de mim.

Aos amigos, verdadeiros amigos, que compreenderam minhas ausências prolongadas, minha reclusão forçada, minha necessidade de isolamento e continuaram a achar que eu deveria estar fazendo cinema...

A todos, Valeu!

Não há conhecimento “espelho” do mundo objetivo. O conhecimento é sempre tradução e construção. Resulta daí que todas as observações e todas as concepções devem incluir o conhecimento do observador-conceitualizador. Não há conhecimento sem autoconhecimento. Todo o conhecimento supõe ao mesmo tempo separação e comunicação. Assim, as possibilidades e os limites do conhecimento relevam o mesmo princípio: o que permite o nosso conhecimento limita o nosso conhecimento, e o que limita o nosso conhecimento permite o nosso conhecimento. O conhecimento do conhecimento permite reconhecer as origens da incerteza do conhecimento e os limites da lógica dedutiva-identitária. O aparecimento de contradições e de antinomias num desenvolvimento racional assinala-nos os estratos profundos do real.

Edgar Morin, em 'Os Meus Demônios'

RESUMO

O Cerrado no Amapá é um ecossistema fortemente pressionado por diversas atividades, que vão desde expansão dos principais eixos urbanos do estado, pequena agricultura e espaços de uso tradicional de comunidades quilombolas, até grandes projetos de silvicultura e agronegócio. Sua condição ecológica destaca-se em relação às outras áreas de savana na Amazônia, por estender-se como um corredor entre os ambientes de floresta tropical de terra-firme, a oeste, e as áreas inundáveis de influência costeira ou fluviomarinha, a leste, sendo um verdadeiro elo entre estes ecossistemas. Ordenar a ocupação deste espaço é um desafio que exige a integração de variáveis que atendam a critérios específicos, relacionados a diferentes objetivos. Este estudo foi desenvolvido em um bloco contínuo de Cerrado de pouco mais que 429 mil hectares na região Sudeste do Amapá e teve como objetivo construir cenários territoriais que representem diferentes visões de desenvolvimento para a área de estudo. Como diretrizes, procurou-se integrar critérios e objetivos múltiplos na proposição de um cenário ideal ao ordenamento territorial sob bases sustentáveis, em escala compatível a um planejamento regional. A pesquisa ainda buscou mapear os tipos atuais e mudanças no uso da terra; identificar as áreas mais importantes para a conservação da biodiversidade do ambiente estudado e analisar a pertinência do método de Avaliação por Múltiplos Critérios (MCE) para a construção de cenários territoriais. O primeiro cenário trabalhou com diferentes critérios para identificar áreas com grande potencialidade para projetos agrícolas, sendo que a meta foi encontrar o maior número de áreas pouco fragmentadas até o total de 279 mil hectares que atendessem a esse cenário. O cenário conservacionista priorizou a manutenção/recuperação da integridade ambiental do ecossistema, a proteção da biodiversidade e uso sustentável de recursos naturais na identificação de 35% da área de estudo que precisa ser conservada, ou o equivalente a 150 mil hectares. Combinados, os dois cenários geraram um terceiro, denominado de cenário integrado, ou de ordenamento territorial. Utilizou-se a técnica de Alocação com Objetivos Múltiplos (MOLA - *Multi Objective Land Allocation*) para a proposição desse cenário final, que sintetizou as necessidades de ordenamento de atividades econômicas e de conservação da área de estudo. Ao final da modelagem, com a integração dos cenários, tivemos a indicação de uma área de 253.749,96 hectares com alta aptidão para uso agrícola e 149.825,70 hectares aptos para a conservação, o que equivale a 59,1% e 34,9% da área analisada, correspondendo às metas estabelecidas. Desta forma, o método mostrou-se bastante útil, flexível e com grande potencial de aplicação no planejamento ambiental.

Palavras-Chave: Planejamento Ambiental, Avaliação por Múltiplos Critérios, SIG, Ordenamento Territorial, Zoneamento Ecológico-Econômico.

ABSTRACT

The Savanna in Amapá is an ecosystem highly pressured by several anthropic activities, ranging from expansion of urban areas, incidence of small agriculture and areas of traditional use of *quilombolas* communities to large forestry projects and agrobusiness. Its ecological condition is expressive in comparison to other savanna areas in the Amazon Region, specially due to its role as a natural corridor that connects, on the west, areas of tropical forest (locally called *terra-firme*), with flooded areas on coastal region influenced by fluvial-sea systems, to east. Thus, the Savanna is a true link between these ecosystems. Spatial organization of the occupation is a challenge that demands an integration of variables that fulfill specific criteria defined to meet different objectives. This study was aimed to evaluate possible scenarios for development and conservation in a continuous block of Savanna (429 thousands hectares) located on Southeastern Amapá. Our framework involves the integration of different criteria (factor and constrains) by using a Multi-Criteria Evaluation-MCE approach in order to find a scenario that could be able to meet specific goals for development and conservation demands. Current human pressures on natural ecosystems (urban expansion and conversion of natural areas to agriculture systems) were also considered in our ideal scenario. Each factor, favorable for development or for conservation, was mapped, weighted and combined in order to compose a plausible scenario for the region. Our analyses started by defining an ideal scenario for development and an ideal scenario for conservation, where each should achieve specific goals in terms of area demand. Areas dedicated to agribusiness activities could cover up to 279 thousand hectares and areas dedicated to conservation activities could cover up to 150 thousand hectares or close to 35% of our study area. By using a Multi Objective Land Allocation (MOLA) proceeding, we combined both scenarios in order to produce an integrated scenario, where specific targets should be achieved. At the end of our modeling, we found a spatial solution capable to accommodate 253,749 hectares (59.1% of the study area) where agricultural could be implemented and 149,825 hectares (34.9% of the study area). Thus, the used method showed to be very useful, flexible and with great potential to contribute in the environmental planning.

Key words: Environmental Planning, Multi-Criteria Evaluation, GIS, Territorial Planning, Ecological-Economical Zoning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O Cerrado em relação ao Corredor de Biodiversidade do Amapá	20
Figura 2 - Comunidades ao longo das principais rodovias do AP, entre o ambiente de Cerrado e ecótonos	23
Figura 3 - Localização da área de estudo	28
Figura 4 - Municípios da área de estudo	29
Figura 5 - Bacias Hidrográficas da área de estudo	30
Figura 6 - Vínculos Territoriais	31
Figura 7 - Locais de coleta de dados na área de estudo	33
Figura 8 - Coleta de dados em relação aos vínculos territoriais na área de estudo	34
Figura 9 - Quadro de decisão do Cenário Econômico de desenvolvimento agrícola	40
Figura 10 - Critérios de Restrição do Cenário Agrícola	42
Figura 11 - Níveis de Aptidão Agrícola dos Solos	44
Figura 12 - Classes de Declividade	45
Figura 13 - Precipitação Média Anual	47
Figura 14 - Mapa de Proximidade de Estradas	48
Figura 15 - Mapa de Proximidade de Cidades	49
Figura 16 - Mapa de Proximidade de Cultivos	51
Figura 17 - Quadro de decisão do Cenário de Conservação	55
Figura 18 - Mapa de Restrições do Cenário de Conservação	56
Figura 19 - Fator de Proximidade de Áreas de Preservação Permanente	57
Figura 20 - Fator de Proximidade de Áreas Quilombolas	59
Figura 21 - Fator de Proximidade de Áreas de Lazer	60
Figura 22 - Fator de Proximidade de Unidades de Conservação	61
Figura 23 - Esquema geral de integração dos mapas de restrição e mapas de fatores para a criação dos cenários agrícola, de conservação e integrado no Cerrado do Amapá	64
Figura 24 - Quadro de decisão do Cenário Integrado	65
Figura 25 - Etapas do Cenário Integrado	66
Figura 26 - Mapa de Uso da Terra	69
Figura 27 - Mapa contínuo de aptidão agrícola	71
Figura 28 - Histograma do mapa contínuo de Aptidão Agrícola	72
Figura 29 - Cenário Agrícola	73
Figura 30 - Mapa contínuo de aptidão para Conservação	74
Figura 31 - Histograma do mapa contínuo de aptidão para conservação	75
Figura 32 - Cenário de Conservação	78
Figura 33 - Mapa de Conflitos de usos entre os Cenários Agrícola e de Conservação	75
Figura 34 - Mapa Integrado	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação hierárquica do Mapa de Aptidão Agrícola dos Solos	43
Tabela 2 - Intervalos de declividade, valores e classes de adequação de uso	46
Tabela 3 - Classes de adequação em relação à Proximidade de Estradas.....	48
Tabela 4 - Classes de adequação em relação à Proximidade de Cultivos	50
Tabela 5 - Matriz de comparação pareada entre fatores usados na definição da aptidão para uso agrícola.....	53
Tabela 6 - Pesos calculados para fatores	53
Tabela 7 - Ordem dos fatores	54
Tabela 8 - Matriz de comparação pareada entre fatores usados na definição do Cenário de Conservação	63
Tabela 9 - Pesos calculados para fatores	63
Tabela 10 - Ordem dos fatores.....	64
Tabela 11: Tipos de uso alocados na área de estudo	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Desenvolvimento dos Critérios do Cenário Agrícola	52
Quadro 2 – Comunidades Quilombolas na área de estudo	58
Quadro 3 - Áreas de lazer	60
Quadro 4 - Desenvolvimento dos Critérios do Cenário de Conservação	62

LISTA DE SIGLAS

AHP – *Analytical Hierarchy Process*

AMCEL – Amapá Florestal e Celulose S.A.

APA – Áreas de Proteção Ambiental

APP – Área de Preservação Permanente

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

COT/IEPA - Centro de Ordenamento Territorial do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológica do Amapá

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

GPS – *Global Positioning System*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MCE – *Multi-Criteria Evaluation*

MOLA – *Multi Objective Land Allocation*

OWA – *Ordered Weighted Average*

PMM – Prefeitura Municipal de Macapá

RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural

SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente

SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission*

TM – *Thematic mapper*

UC – Unidade de Conservação

ZEE – Zoneamento Econômico-Ecológico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Objetivos da Pesquisa	18
1.1.1. <i>Objetivo geral</i>	18
1.1.2. <i>Objetivos específicos</i>	18
2. REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1. Savanas Amazônicas e o Cerrado no Amapá	19
2.2. Modelagem Espacial baseada em Múltiplos Critérios	25
3. MATERIAIS E MÉTODO	27
3.1. Área de Estudo	27
3.2. Coleta de Dados	32
3.2.1. <i>Levantamento de dados na área de estudo</i>	32
3.3. Mapeamento de Uso da Terra	35
3.4. O Método de Avaliação por Múltiplos Critérios	36
3.5. Construção de Cenários	39
3.5.1. <i>Cenário Econômico de desenvolvimento agrícola</i>	39
a. <i>Critérios restritivos</i>	40
b. <i>Critérios favoráveis</i>	42
c. <i>Ponderação de Critérios favoráveis</i>	52
d. <i>Combinação de critérios – Média Ponderada Ordenada (OWA)</i>	54
3.5.2. <i>Cenário de Conservação</i>	54
a. <i>Critérios restritivos</i>	55
b. <i>Critérios favoráveis</i>	57
c. <i>Ponderação de Critérios favoráveis</i>	62
d. <i>Combinação de critérios – Média Ponderada Ordenada (OWA)</i>	63
3.5.3. <i>Cenário Integrado</i>	64
4. RESULTADOS	67
4.1. Uso da Terra	67
4.2. Cenário Econômico de desenvolvimento agrícola	70
4.3. Cenário de Conservação	74
4.4. Cenário Integrado	77
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	80
6. CONCLUSÕES	88
REFERÊNCIAS	91
APÊNDICE: Imagens do Cerrado no Amapá	96

1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios enfrentados hoje na gestão de sistemas ecológicos, econômicos e sociais no Brasil ainda é a falta de integração de informações e sistemática na análise e condução do processo de desenvolvimento nacional. As proporções continentais do território brasileiro, sua diversidade geográfica e suas disparidades socioeconômicas são, em geral, as justificativas para a falta de tal integração de dados. Esta constatação motivou, nas últimas décadas, algumas iniciativas que buscaram desenvolver métodos que possibilitassem avaliações integradas na perspectiva de orientar o planejamento de ações e ordenamento de territórios sob bases sustentáveis¹. No entanto, a dificuldade na implementação dessas iniciativas faz com que as políticas públicas no Brasil ainda estejam baseadas em abordagens majoritariamente disciplinares, nas quais cada setor adota decisões com percepção restrita de seu impacto.

Uma alternativa a esta situação vem amadurecendo nos últimos anos, especialmente para a Amazônia, com a melhoria da capacidade de modelar e simular cenários de políticas públicas com dimensões espaciais e temporais específicas. A modelagem e a construção de cenários permitem explicitar hipóteses, avaliar as conseqüências das diferentes opções de ação pública, além de encorajar a produção de indicadores quantitativos que possam ser utilizados pelo governo e pela sociedade (TOLEDO, 2003), auxiliando o planejamento nos níveis local, regional e nacional.

Com a mesma motivação estão sendo desenvolvidas novas aplicações para os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), a partir de abordagens e métodos que os colocam como importantes instrumentos para a tomada de decisão e resolução de conflitos. Um destes métodos, que só agora vem tendo seu potencial plenamente desenvolvido, é a Avaliação por Múltiplos Critérios (*Multi Criteria Evaluation – MCE*), usado para avaliar e agregar diferentes critérios, sendo um interessante instrumento a ser aplicado em propostas de ordenamento de territórios, uma vez que permite satisfazer diferentes objetivos para usos territoriais.

¹ Entendemos *sustentabilidade* como um conceito que continua em construção, diante dos constantes desafios na promoção de condições sociais, econômicas, ecológicas, espaciais e culturais que, na definição clássica do Relatório Brundtland (1987), permitam “satisfazer as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir as suas próprias necessidades”.

Este método e a sua sugestão de abordagem já vêm sendo utilizados para o encontro de soluções espaciais capazes de satisfazer as demandas de diversas áreas de interesse. No Tenerife, Ilhas Canárias, o método de avaliação por múltiplos critérios foi utilizado para selecionar os locais mais adequados para a implantação de fazendas de exploração de peixes marinhos Perciformes (PERÉZ *et al.*, 2005). Em outra aplicação semelhante, Radiarta *et al.* (2008) usaram a mesma abordagem para a identificação de áreas ideais para a cultura de mariscos.

No Amapá, já podemos encontrar importantes trabalhos de modelagem na construção de cenários ambientais², alguns apresentando perspectivas muito importantes para o ordenamento territorial, como Brito (2008), que descreve as condições da qualidade da água no rio Araguari e fornece uma estrutura racional de análise de problemas ambientais existentes na região.

A proposta de cenários territoriais para paisagens do ambiente de Cerrado, utilizando o método de avaliação por múltiplos critérios, busca apresentar visões alternativas para o processo de uso e ocupação da área mais diretamente pressionada pela ação humana no estado, que facilitem a tomada de decisão no âmbito do planejamento territorial e minimize impactos indesejados de políticas públicas com objetivos desencontrados.

O Cerrado do Amapá encontra-se na ecorregião conhecida como “savana das guianas” (IBAMA, 2006), que é caracterizada por um tipo de “ecossistema tropical dominado por uma cobertura herbácea constituída, principalmente, de gramíneas e ciperáceas” (SANAIOTTI, 1991). A ecorregião está dispersa em uma grande área no extremo norte de Roraima, ao norte do Pará, fronteira com o Suriname e numa estreita faixa latitudinal no Amapá, onde também apresenta cobertura arbóreo-arbustiva.

A escolha do Cerrado para este estudo deu-se por sua peculiaridade no Amapá, onde se verifica um histórico de ocupação bem particular e uma condição ecológica que o diferencia de qualquer outra área de savana na Amazônia, por conta da sua localização.

A construção de cenários territoriais, a partir de modelos computacionais, é uma alternativa pertinente e bastante testada hoje para a incorporação de fatores e

² Atividade desenvolvida principalmente pelo Núcleo de Hidrometeorologia e Energias Renováveis (NHMET) do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA) com os projetos *Dinâmica dos Fluidos Computacional Ambiental e Modelagem da Qualidade da Água*.

relações complexas em análises integradas que favoreçam a tomada de decisão, além de permitir a comparação de diferentes visões de utilização e alocação de recursos no território, em especial em relação ao sistema de uso/cobertura da terra (REDE GEOMA, 2003). Os resultados dos modelos, correspondendo a diferentes cenários, podem ser utilizados por planejadores e executores para visualização e análise de possíveis impactos de suas decisões.

De acordo com Machado (2007), é possível distinguir quatro abordagens principais no processo de tomada de decisão em planejamento ambiental: econômica, ambiental, funcional e conservacionista, cada uma delas com métodos e objetivos distintos.

A *abordagem econômica* leva em consideração a aptidão do terreno para determinado uso, integrando dados de tipo de solo, drenagem e topografia para a indicação de “usos recomendados”. Esta abordagem subdivide a paisagem em unidades produtivas ou não-produtivas e as áreas protegidas são tratadas como restrições ambientais. Projetos desenvolvidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), além de outros estudos em ordenamento de territórios, como o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), utilizam esta abordagem.

A *abordagem ambiental* delimita o uso do solo pela “fragilidade ambiental”, usando geralmente parâmetros de erodibilidade do solo. Este método subdivide a paisagem em unidades de planejamento. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desenvolve esta abordagem para a organização espacial em um ZEE.

Na *abordagem funcional* o planejamento é baseado nas funções ecossistêmicas e serviços ambientais proporcionados pelos ecossistemas que constituem a paisagem. Parte-se de um diagnóstico da paisagem em função das pressões antrópicas, que analisa a adequação para utilização econômica (demanda das populações locais), a capacidade suporte (limite para fornecimento de recursos), a sensibilidade (fragilidade ambiental), a persistência (resiliência dos ecossistemas), os riscos naturais e a multifuncionalidade.

Já na *abordagem conservacionista* o uso do solo é limitado pelas áreas críticas para a biodiversidade, sendo o inverso de um zoneamento agrícola. Aqui são mapeadas as áreas que devem ser mantidas para a biodiversidade mais sensível às alterações ambientais e os sistemas produtivos humanos devem ser adaptados.

Neste estudo, construímos cenários territoriais, explorando a abordagem econômica e a conservacionista para a tomada de decisão, desenvolvidos em ambiente SIG através do método de Avaliação por Múltiplos Critérios (MCE). Em seguida, integramos estas duas abordagens iniciais usando o método de Alocação com Objetivos Múltiplos (MOLA - *Multi Objective Land Allocation*) para a proposição de um cenário final, que sintetiza as necessidades de ordenamento de atividades econômicas e de conservação da área de estudo. Estes três cenários surgiram como resposta às seguintes questões:

- *Quais as áreas mais aptas para o desenvolvimento de projetos agrícolas na região de estudo e quais precisariam ser conservadas.*
- *Como poderia ser estruturada uma proposta de ordenamento territorial que integrasse metas de conservação do Cerrado, valorização e incentivo ao desenvolvimento de comunidades locais e desenvolvimento agrícola.*

Tivemos, assim, o esboço de três cenários territoriais para o Cerrado no Amapá:

Cenário Econômico de desenvolvimento Agrícola: onde a vertente econômica foi a base para a tomada de decisão e as demais atividades eventualmente desenvolvidas no espaço tenderam a adaptar-se ao modelo, que integra aspectos físicos do ambiente (solos, topografia, clima, drenagem) para a definição de usos da terra. Esta abordagem não analisou fatores da biodiversidade nativa.

Cenário de Conservação: onde a prioridade foi a manutenção/recuperação da integridade ambiental dos ecossistemas, a proteção da biodiversidade e o uso sustentável de recursos naturais.

Cenário de Integração: que apontou para uma análise integrada, que valoriza as potencialidades na localização de empreendimentos agrícolas e prioriza a necessidade de áreas para a conservação ambiental no planejamento da ocupação de territórios e usos de recursos naturais. Este é um cenário pautado em condições ideais para a conservação do ambiente de Cerrado (abordagem conservacionista), bem como de um quadro de expansão de atividades agrícolas (abordagem econômica), mediados pelos demais usos da terra registrados para a área de

estudo. A construção deste cenário pode atender a múltiplos objetivos, que indicam a compatibilidade entre a exploração econômica e a conservação da biodiversidade.

Os dois primeiros cenários não denotam, necessariamente, um ordenamento territorial, uma vez que propõe a organização do território de maneira monofocal e não integrada, sem considerar uma premissa básica para qualquer plano territorial: a manifestação de uma “racionalidade espacial” das ações do Estado (BRASIL, 2005). Aqui, utilizamos a técnica de modelagem na construção de cenários para propor a adoção de novos instrumentos para a elaboração de planos e políticas de ordenamento de territórios, que venham integrar as expectativas de desenvolvimento local às necessárias e urgentes ações de conservação ambiental, de maneira especial para o Cerrado no Amapá.

Trabalhamos com a hipótese de que o Cenário de Integração, que é um modelo mais consistente em termos de indicação para ordenamento do território, será aquele que irá conciliar as características que favoreçam cada um dos usos avaliados, apontando as possíveis regiões de conflito, ou sobreposição, entre estes objetivos, onde algum uso teria de ser priorizado para a viabilidade de projetos econômicos ou conservacionistas.

Além disso, esperávamos encontrar, na área estudada, um cenário de vínculos territoriais e usos já consolidados que dificultaria, ou impossibilitaria, o desenvolvimento de projetos agrícolas de grande porte isentos de conflitos com comunidades ou ocupantes anteriores de terra. Desta forma, acreditamos que as melhores estratégias de conservação deste ambiente devem estar ligadas à capacidade de envolvimento de atores locais com objetivos conservacionistas de manejo sustentável dos recursos naturais.

Este estudo foi motivado, especialmente, pela condição de fragilidade da área escolhida diante da pressão por ocupações para fins diversos, sem um planejamento territorial prévio; gerando, em muitos casos, conflitos com comunidades locais e incentivando o uso não planejado dos recursos naturais. Além disso, a lacuna de estudos e dados sobre o ordenamento territorial de ambientes de savana na Amazônia estimula estudos que tratem da biodiversidade deste ecossistema e de suas relações ecológicas, territoriais e culturais com outros ambientes do mesmo bioma.

1.1. Objetivos da Pesquisa

1.1.1. *Objetivo geral*

Construir dois cenários territoriais que representem diferentes visões de desenvolvimento para a área de estudo, além de um terceiro cenário que integre critérios e objetivos múltiplos buscando alternativas de ordenamento territorial.

1.1.2. *Objetivos específicos*

- a. Mapear os tipos atuais de uso da terra na área de estudo;
- b. Identificar as áreas mais importantes para a conservação da biodiversidade e aquelas mais aptas para a agricultura no ambiente estudado;
- c. Analisar a pertinência do método de avaliação por múltiplos critérios (MCE) para a construção de cenários territoriais.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Savanas Amazônicas e o Cerrado no Amapá

Apenas 3 a 4% da Bacia Amazônica são cobertos por Savanas Amazônicas (PIRES & PRANCE, 1985), que são sistemas vulneráveis à ação do homem em função de seu padrão de distribuição e facilidade de uso na agropecuária. Na Amazônia, este tem sido o sistema de terra firme mais ameaçado pela atividade humana. Um estudo do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – IMAZON mostrou que 66% da vegetação não-florestal da Amazônia estavam sob pressão humana em 2005, sendo que as principais pressões relacionavam-se ao desmatamento, à expansão de zonas urbanas e principalmente a zonas de influência de focos de calor (BARRETO *et al.*, 2005).

Este ambiente vem sendo estudado, no Amapá, em relação à sua estrutura fisiográfica, desde a década de 1950 (MAGNANINI, 1952). Em 1974, o Projeto Radam Brasil mapeou uma área de aproximadamente 11.000 km² deste ambiente no estado (LEITE *et al.*, 1974). Em 2002, o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) do Amapá, fazendo uma revisão dos dados do projeto Radam, definiu que o Cerrado amapaense abrange 6,9% da superfície territorial do estado, estendendo-se por 9.861,89 km² (RABELO *et al.*, 2002).

Boa parte do Cerrado amapaense, em sua extensão Norte, faz parte do Corredor de Biodiversidade do Amapá³. Este ecossistema se estende no sentido norte-sul entre os ambientes de floresta tropical de terra firme, a oeste, e as áreas inundáveis de influência costeira ou fluviomarina, a leste, sendo um verdadeiro elo geográfico entre estes ecossistemas, desde o município de Calçoene, ao norte, até a capital Macapá, além de uma extensão menor no sentido centro-sul situada nos municípios de Mazagão e Laranjal do Jari (Figura 1).

³ Anunciado em setembro de 2003 no VII Congresso Mundial de Parques, em Durban, África do Sul, o Corredor de Biodiversidade compreende mais de 12 milhões de hectares, ou cerca de 85% do estado do Amapá e é formado por sete Unidades de Conservação Federais, cinco Unidades de Conservação Estaduais e cinco Terras Indígenas, além de áreas costeiras para conservação de ambientes de várzea amazônica e parte do ambiente de cerrado.

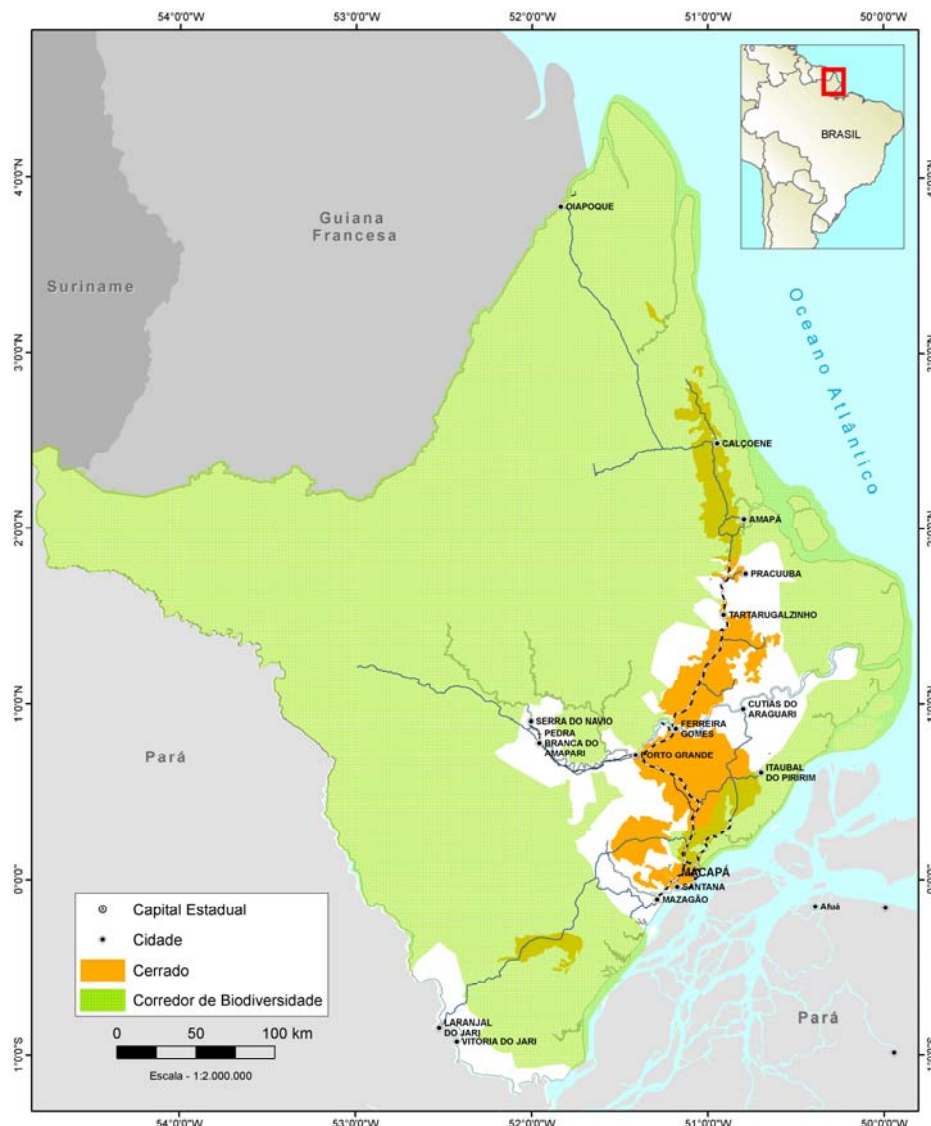


Figura 1: O Cerrado em relação ao Corredor de Biodiversidade do Amapá
Fonte: Organizado pela autora, com dados de AMAPÁ (2006).

Ainda não existem estudos que determinem o nível de interação ecológica ou impactos ambientais entre os ambientes florestais de terra-firme, de savana e os de influência costeira ou fluviomarina no Amapá, mas sabemos que os processos desenvolvidos no Cerrado podem afetar diretamente tanto a floresta quanto as áreas inundáveis. Exemplos típicos de pressão que causam impactos aos ambientes vizinhos são as queimadas iniciadas no Cerrado que se propagam nas bordas de transição florestal ou as atividades agrícolas, que podem lançar defensivos químicos próximos a cursos d'água drenados para as áreas inundáveis da planície costeira.

O Cerrado é um ambiente regulado por condições naturais particulares, dentre as quais se destacam os gradientes climático e pedológico (EITEN, 1994). As formações savaníticas do Amapá são, aparentemente, mais novas que outras

formações que estão localizadas em antigos terrenos cristalinos do Brasil Central (COLE, 1986). Estudos realizados com genética de aves (BATES *et al.*, 2003) indicam haver uma baixa diferenciação genética entre espécies que ocorrem tanto no Amapá quanto no Cerrado do Brasil Central, aspecto que sugere conexões freqüentes entre as populações do Brasil central e das savanas do Amapá.

Porém, Rabelo *et. al.* (2002) destacam que este ambiente, embora possa conservar algumas semelhanças com os cerrados do planalto central brasileiro, possui características particulares, atribuídas à sua história evolutiva no âmbito dos regimes amazônicos, que definem dois grandes padrões fisionômicos:

- *Cerrado arbóreo-arbustivo*: tipo florístico marcado pela presença de um estrato lenhoso pouco diversificado e muito sensível a diferenciações locais do meio. Seus representantes arbóreos mais importantes situam-se em torno de 7 a 12 metros de altura e os mais freqüentes são: bate-caixa (*Salvertia convalaeodora*), sucuúba (*Himathanthus articulata*) e caimbé (*Curatella americana*). Outros representantes com portes menores e mais freqüentes envolvem uma diversidade maior de espécies;
- *Cerrado parque*: tipo florístico caracterizado pelo domínio do estrato herbáceo com presença de elementos lenhosos dispersos, sem nenhuma relação definida de distância entre si. O cerrado parque é mais freqüente em áreas de relevo ondulado ou mesmo, em áreas aplainadas ou abaciadas. Neste caso, o excesso de umidade durante o período chuvoso deve constituir limites ao desenvolvimento de suas espécies lenhosas.

O primeiro estudo em escala macro-regional de 1:1.000.000 feito pelo Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA), através do Programa de Zoneamento Ecológico-Econômico, apontou a importância da biodiversidade do ambiente de Cerrado, destacando principalmente a riqueza florística de espécies como a mangaba (*Hanchornia speciosa*), o barbatimão (*Ouratea hexasperma*) e a sucuúba (*Himathanthus articulata*), com potencial para utilização em várias frentes como a biotecnologia e fitoterapia (RABELO *et. al.*, 2002). Em 2002, uma ampla avaliação sobre a importância biológica da Amazônia, com vistas à identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade do bioma, apontou os cerrados do Amapá (área EG007 - "Cerrados de Amapá e

Tartarugalzinho”) como sendo de extrema importância biológica. As recomendações sugeridas pelos participantes do estudo apontam para a criação de unidades de conservação, em especial do grupo de proteção integral (MMA, 2002).

No entanto, poucos estudos foram feitos para levantamento e catalogação desta biodiversidade, a maioria ficou restrita a genéricas descrições florísticas, com ênfase nos componentes lenhosos e da tipificação fisionômica (MAGNANINI, 1952; GUERRA, 1954; AZEVEDO, 1967; LEITE *et al.*, 1974). Um esforço de pesquisa ainda menor pode ser verificado se buscarmos trabalhos sobre a conservação e o uso sustentável da biodiversidade local, inseridos em planos de ordenamento territorial que regule as formas e uso e ocupação deste ambiente, que está sendo rapidamente modificado, sendo este um campo de estudos que precisa ser mais estimulado e desenvolvido.

Outra importante característica do Cerrado no Amapá é o fato deste ser um ambiente historicamente muito pressionado pela ação humana. A principal rodovia federal do estado, a BR-156, percorre quase toda a sua extensão, sendo um vetor de atração e fixação populacional e de diversas atividades econômicas, desde o início de sua construção, em 1946⁴. Dos 805 quilômetros desta rodovia, cerca de 500 km cortam o Cerrado. Além disso, este ambiente ainda é recortado por outras duas rodovias estaduais, a AP-070 e AP-340, e por diversos ramais de acesso a comunidades e assentamentos rurais.

Analisando a distribuição populacional no estado do Amapá é fácil identificar um adensamento em torno da BR-156 e ao longo da costa litorânea, onde está concentrada grande parte das comunidades rurais, além das áreas urbanas de maior população. Além do fator atrativo, naturalmente proporcionado pela acessibilidade da rodovia federal e das estaduais que cortam o Cerrado, este ainda é o ambiente dominante nos dois principais eixos urbanos do Amapá, a capital Macapá e a cidade de Santana. Sua proximidade com áreas florestais e de várzea permitem que os moradores do Cerrado possam utilizar os recursos destes

⁴ A partir da década de 50 várias atividades econômicas têm se fixado em grandes áreas do cerrado amapaense. Neste período foi estimulada a ocupação de áreas campestres do cerrado para a pecuária extensiva e atividades agrícolas, de menor porte, a partir da criação de colônias ou pólos agrícolas que, entre as décadas de 1980 e 1990, transformaram-se em assentamentos federais (LIMA, 2003). Em 1995 foi criada a empresa Amapá Florestal e Celulose S.A – AMCEL, subsidiária da multinacional International Paper, que passou a ocupar uma vasta área com monoculturas de pinos e eucalipto para a produção de celulose. Mais recentemente, outras áreas têm sido ocupadas e especuladas pelo agronegócio, que vê o Amapá como uma importante frente para novos investimentos, principalmente graças às vantagens na aquisição de terras (GTA, 2003).

ambientes, sendo mais um fator na localização mais concentrada das comunidades (Figura 2).

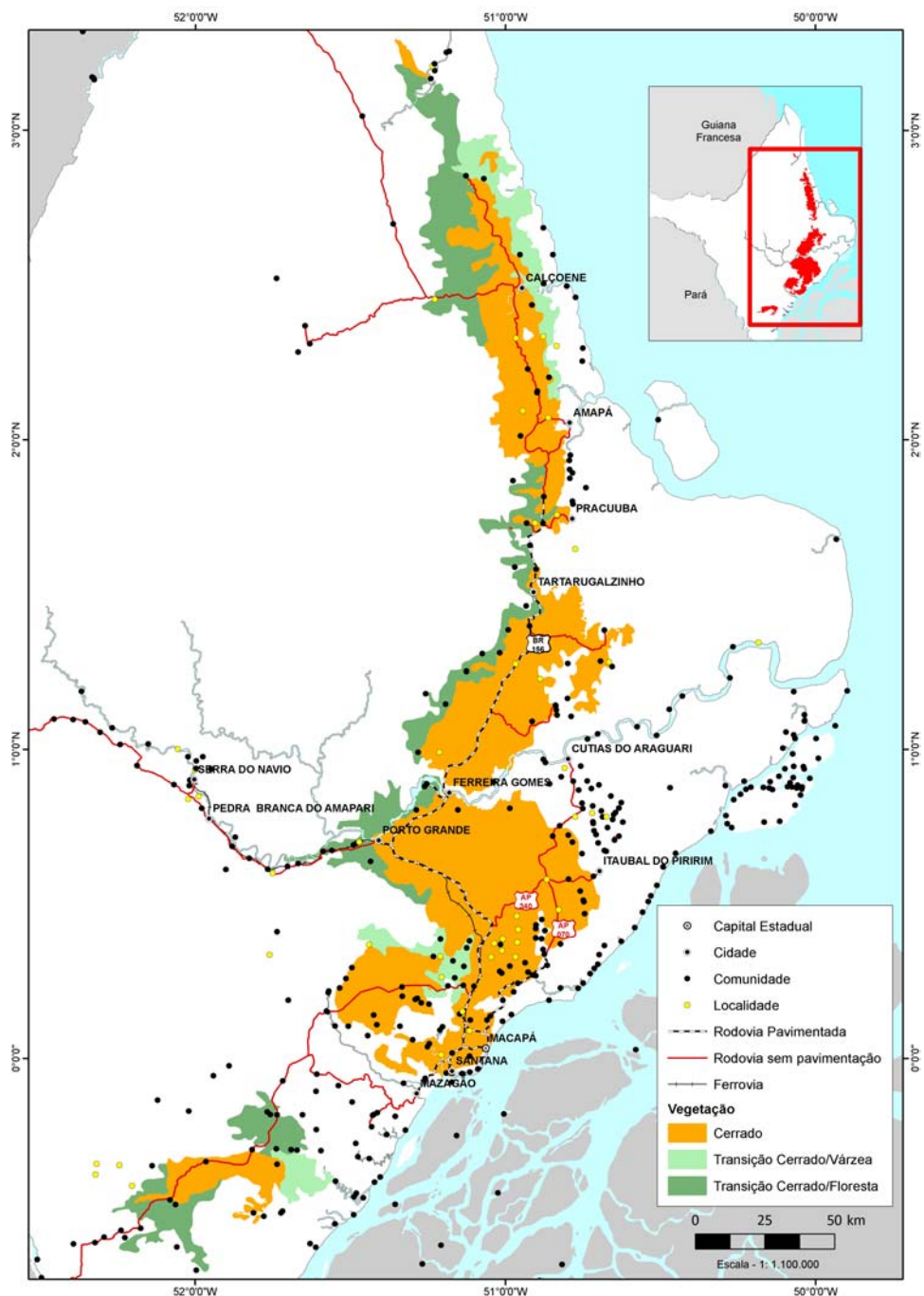


Figura 2: Comunidades ao longo das principais rodovias do AP, entre o ambiente de Cerrado e ecótonos. **Fonte:** Organizado pela autora, com dados de AMAPÁ (2006).

A BR-156 foi parte de uma estratégia geopolítica de ocupação de fronteiras na Amazônia que buscou favorecer a ocupação territorial através da colonização dirigida, garantir o acesso às riquezas naturais, integrar o território aos centros com economia mais dinâmica – não somente do país, mas também do exterior – e

impedir a “internacionalização” da região, além de favorecer a entrada de grandes empreendimentos econômicos (CARVALHO, 2006). Este foi o caso da empresa Amapá Florestal e Celulose S.A – AMCEL pertence à multinacional International Paper até dezembro de 2006 e hoje controlada pelas empresas japonesas Marubeni Corporation e Nippon Papers Industries Co. Ltd. A AMCEL ocupa uma área de aproximadamente 249.260 hectares de terras para monoculturas de pinos e eucalipto no Amapá⁵, sendo divididas entre reflorestamento (mais de 100.000 hectares) e reserva legal (STCP, 1996).

Hoje, além das vastas áreas de pinos e eucaliptos, o que também vem pressionando o Cerrado no Amapá é o avanço da fronteira agrícola através do agronegócio. Os cultivos de soja e arroz estendem-se pelo Cerrado sob acusações de grilagem e conflitos com comunidades locais, limitadas nos seus direitos de uso territorial e de recursos naturais. Isso mostra que ainda não foi encontrada uma forma de ordenamento e gestão deste ambiente que garanta a conservação da riqueza natural do Cerrado, o aproveitamento sustentável de sua biodiversidade e proporcione melhores condições de vida para a população local, em geral empurrada para a floresta ou para as cidades. O que parece prevalecer em muitos setores, especialmente naqueles ligados à formulação e execução de políticas públicas, é a idéia de que o Cerrado é um ambiente cujo melhor aproveitamento é o de fortalecimento de atividades econômicas, a partir de grandes projetos agropecuários ou florestais.

Este posicionamento denota uma opção de gestão ancorada num projeto político que intenciona conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental, mas permanece pautado em modelos contraditórios, como o de incentivo a práticas não sustentáveis do agronegócio. As recentes decisões tomadas no Amapá na esfera ambiental, com a definição de um Corredor de Biodiversidade e a criação da Floresta Estadual do Amapá⁶, fazem com que hoje 72% do estado estejam sob alguma forma de proteção ambiental. O que resta de áreas não legalmente protegidas é basicamente o ambiente de Cerrado, local das atuais

⁵ Carvalho (2006) chama atenção para o fato de a AMCEL ser a maior latifundiária do Amapá, destacando que em 2004 foi constituída uma Comissão Parlamentar de Inquérito na Assembléia Legislativa do estado para apurar as denúncias de grilagem de terras e descobriu-se que esta empresa concentrava terras obtidas através de grilagem e perseguição a pequenos agricultores e comunitários da área, tendo que devolver as terras obtidas ilegalmente para a União.

⁶ Criada pela Lei nº. 1.028 de 12 de Julho de 2006, a Floresta Estadual do Amapá estende-se por 10 municípios do estado numa área descontínua de mais de dois milhões de hectares.

políticas de desenvolvimento econômico prioritárias para o estado (AMAPÁ, 2004).

Estas condições colocam o Cerrado como uma área extremamente frágil diante das pressões históricas, especialmente as que vêm se desenhando na atualidade, mas também um cenário importante para o desenvolvimento socioambiental que seja integrado à proposta de implementação e gerenciamento do Corredor de Biodiversidade do Amapá. Isto exige, sem dúvida, a formulação de estudos que apoiem o planejamento e gestão territorial comprometidos com a conservação da diversidade biológica, territorial e cultural ali existente.

A ocupação deste espaço é uma questão complexa, a exemplo do próprio processo de ocupação da Amazônia, por envolver diversos atores, múltiplos e, às vezes, conflitantes, interesses econômicos e sociais, e, principalmente, uma diversidade biológica e cultural ameaçada, antes mesmo de serem devidamente conhecidas. Por isso, ordenar esta ocupação é um desafio que exige a integração de diferentes variáveis que atendam a critérios específicos, relacionados aos objetivos do ordenamento.

2.2 Modelagem Espacial baseada em Múltiplos Critérios

A modelagem espacial é uma das abordagens possíveis em análise espacial que está direcionada à estruturação, funcionamento e dinâmica dos sistemas, incluindo um espectro abrangente de modelos, que vão desde os de planejamento, de interação espacial e de economia regional até os de localização-alocação e de escolha espacial, como o modelo de alocação por múltiplos critérios, com o qual trabalhamos neste estudo.

Christofoletti (1999) define um modelo como sendo “uma estruturação simplificada da realidade que supostamente apresenta, de forma generalizada, características ou relações importantes.” Podemos considerar que os modelos são aproximações subjetivas, por não incluírem todas as observações ou medidas associadas, mas se constituem em importantes instrumentos para análise por obscurecerem detalhes acidentais e por permitirem o aparecimento dos aspectos fundamentais da realidade. Em geral, os modelos não representam a realidade em si, mas sim a visão do modelador e a maneira como ele percebe e compreende essa realidade.

Uma das funções dos modelos é servir como instrumento para o planejamento, a partir da simulação de cenários possíveis em função de mudanças ambientais. Atualmente, o potencial destes instrumentos tem sido bastante explorado em meios científicos e acadêmicos e sua incorporação ao planejamento vem sendo cada vez mais rápida, pelo desenvolvimento e aplicação de metodologias de suporte à tomada de decisão (SANTOS, 2004). Isso porque a modelagem pode auxiliar o planejamento na realização de previsões, considerando as implicações de planos alternativos, sem os custos de esperar ou de colocá-los em prática. A partir destas previsões pode-se tomar decisões e fazer escolhas entre os cenários simulados pela modelagem com mais segurança e possibilidade de sucesso.

Os modelos de suporte à decisão podem ser definidos como “um sistema interativo que proporciona ao usuário acesso fácil a modelos decisórios e dados a fim de dar apoio a atividades de tomadas de decisões semi-estruturadas ou não-estruturadas” (CHRISTOFOLETTI, 1999). Estes modelos podem ter objetivos genéricos ou específicos. Os que adotam objetivos genéricos organizam uma arquitetura com ponto de partida para a solução de diversos problemas, mas possuindo sempre uma trajetória similar para as soluções pretendidas, são procedimentos metodológicos. Já os modelos específicos baseiam-se nos dados disponíveis, no problema concreto que deve ser solucionado e nos instrumentos que podem ser utilizados, tendo uma aplicação direcionada, como a que construímos ao longo deste estudo.

Para Machado *et.al.* (2003), a principal vantagem da aplicação de modelos para o planejamento está na possibilidade do estudo de vários cenários diferentes e de forma rápida, muitos deles ainda não explorados em experimentos reais. Outra importante vantagem da utilização de simulação de cenários está associada ao seu baixo custo. Na maioria das aplicações, o custo de executar um programa computacional é muito menor do que o correspondente custo relativo à investigação experimental. A maior limitação ao uso de modelos é a dificuldade em trabalhar grande quantidade de dados que descrevem a heterogeneidade dos sistemas naturais. Por essas razões, Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) são empregados na criação do banco de dados desses modelos.

3. MATERIAIS E MÉTODO

3.1. Área de Estudo

A área do projeto é parte do ecossistema de savana do Amapá, conhecido regionalmente como Cerrado, sendo um bloco contínuo de vegetação savanítica e ecótonos, que apresenta, em seu interior, subsistemas diferenciados. A definição de limites para esta área foi dada a partir das bordas do cerrado, usando-se alguns rios com o limite natural. Assim, a área está localizada entre os rios Matapi, ao sul e oeste; Araguari, a noroeste; e o rio Piririm, a nordeste, sendo recortada pelo rio Pedreira e seus afluentes, recobrando uma área de pouco mais que 429 mil hectares, o que equivale a aproximadamente 43,5% do ambiente de Cerrado no Amapá (Figura 3).

Esta área apresenta diversas características que a qualificam como uma região que necessita de um urgente planejamento que ordene as formas de ocupação da terra e o uso dos recursos locais. Nela estão os dois principais eixos urbanos do estado, as cidades de Macapá e Santana, em franco processo de expansão, que tendem a estender seus limites urbanos para o norte, no ambiente de Cerrado. A área engloba ainda mais três sedes municipais, três sedes de distrito e 47 comunidades, entre periurbanas e rurais, das quais 17 são consideradas comunidades quilombolas. A região também é o principal eixo de expansão de projetos agrícolas e hidroelétricos, que encontram aí condições favoráveis pelo fácil acesso, garantido pelas rodovias BR-156, AP-340 e AP-070 que ligam a área, além da proximidade de pólos urbanos. Ambientalmente é considerada uma região moderadamente vulnerável em relação à erodibilidade do solo (RABELO *et. al.*, 2002), apresentando características fisiográficas distintas, apesar da predominância do cerrado arbóreo-arbustivo recortado por mata de galeria, com áreas de transição com ambientes florestais, a oeste, e áreas hidromórficas na faixa de contato com o ambiente de várzea, a leste.

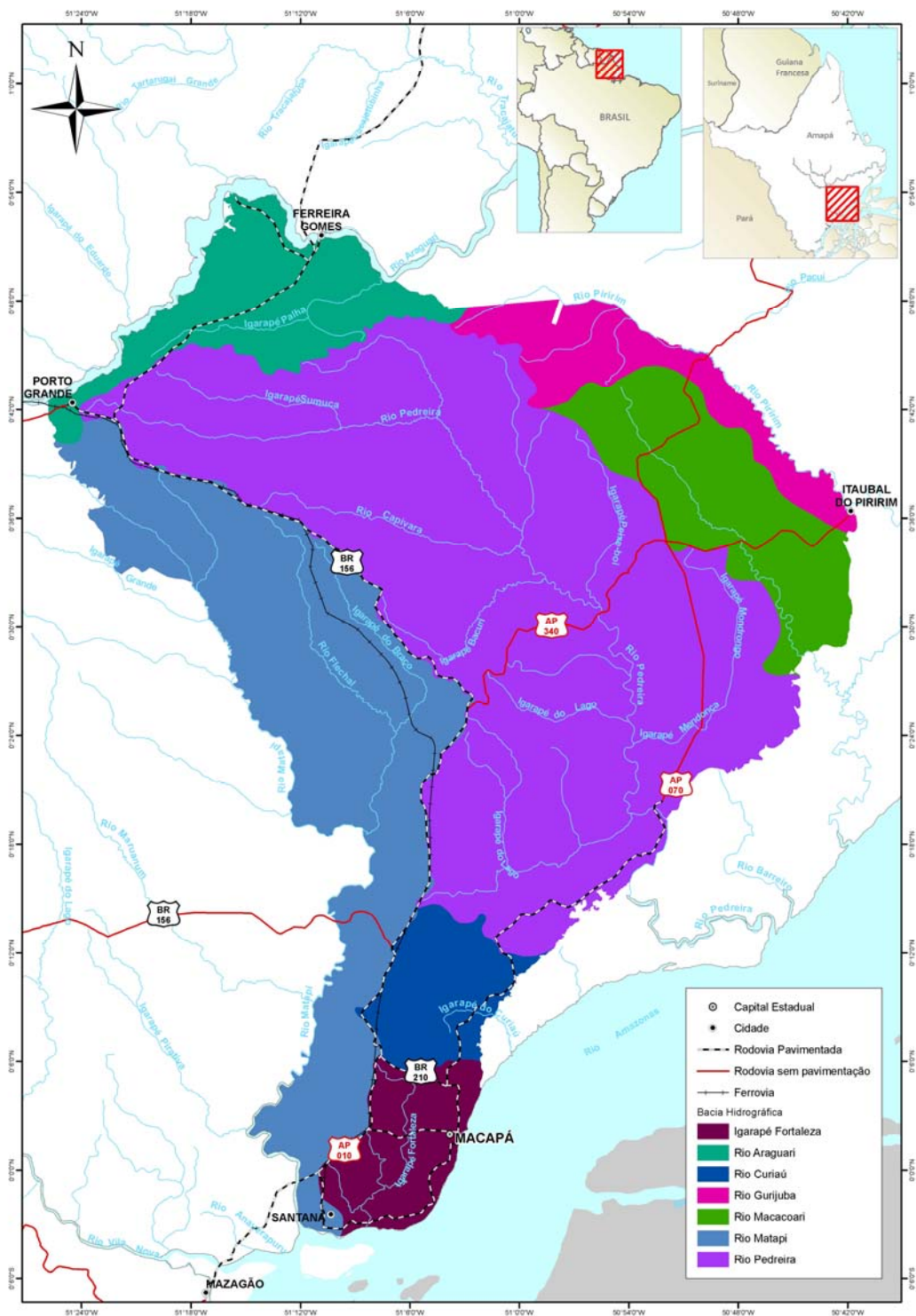


Figura 5: Bacias Hidrográficas da área de estudo.
Fonte: Organizado pela autora, com dados de AMAPÁ (2006).

A área ainda apresenta alguns vínculos territoriais bem definidos. Em sua extensão estão cinco Assentamentos Agrícolas, sendo três de administração federal: os Projetos de Assentamento Itaubal, Tradicional do Ferreirinha e Santo Antônio da Pedreira; e dois estaduais: os Assentamentos Padre Josimo e Dra. Mércia. Também encontramos na área de estudo quatro unidades de conservação, sendo duas

3.2. Coleta de Dados

Para este estudo foram usados três tipos de dados:

Dados bibliográficos referentes às principais categorias trabalhadas: modelagem de cenários, ordenamento e planejamento territorial, avaliação por múltiplos critérios e savanas amazônicas, que permitiram uma revisão extensiva dos trabalhos já realizados que envolvem a temática e a área de estudo.

Dados referenciais de informações geográficas e mapeamentos da área de estudo, sendo dados vetoriais (formatos *shapefile*, *dxf* e *geodatabase*), além de dados *raster* (imagens de satélite, modelos de elevação de terreno, outros mapas e cartas). As principais fontes para a coleta foram o Centro de Ordenamento Territorial do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológica do Amapá (COT/IEPA), o Zoneamento Ecológico-Econômico do Amapá (ZEE/AP), a Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Instituto de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).

O último conjunto de dados foram aqueles coletados na própria área, que permitiram fazer um levantamento mais detalhado dos tipos de uso alocados no Cerrado, além de identificar possíveis conflitos territoriais e/ou ambientais presentes na área

Os dados bibliográficos, assim como os referenciais, foram coletados numa etapa anterior ao trabalho de campo, num esforço de levantamento de informações já existentes sobre a área de estudo e as categorias relacionadas à pesquisa.

Os dados de campo foram coletados usando GPS (*Global Positioning System* - Sistema de Posicionamento Global) para fixação de pontos de apoio e posterior mapeamento, além de imagens de satélite com as principais informações geográficas da área para o mapeamento dos tipos de uso da terra encontrados na área e de possíveis conflitos no uso e/ou acesso aos recursos naturais.

3.2.1. Levantamento de dados na área de estudo

As etapas de campo foram realizadas entre os meses de janeiro e abril de 2008, tendo se constituído de três visitas a diferentes pontos da área de estudo com o objetivo de identificar os tipos de paisagens presentes, atualizar as informações de uso da terra apresentadas pelo mapeamento do IBGE (2004b) e identificar possíveis

áreas de conflito no uso da terra ou dos recursos naturais entre comunidades locais e outros ocupantes (Figura 7).

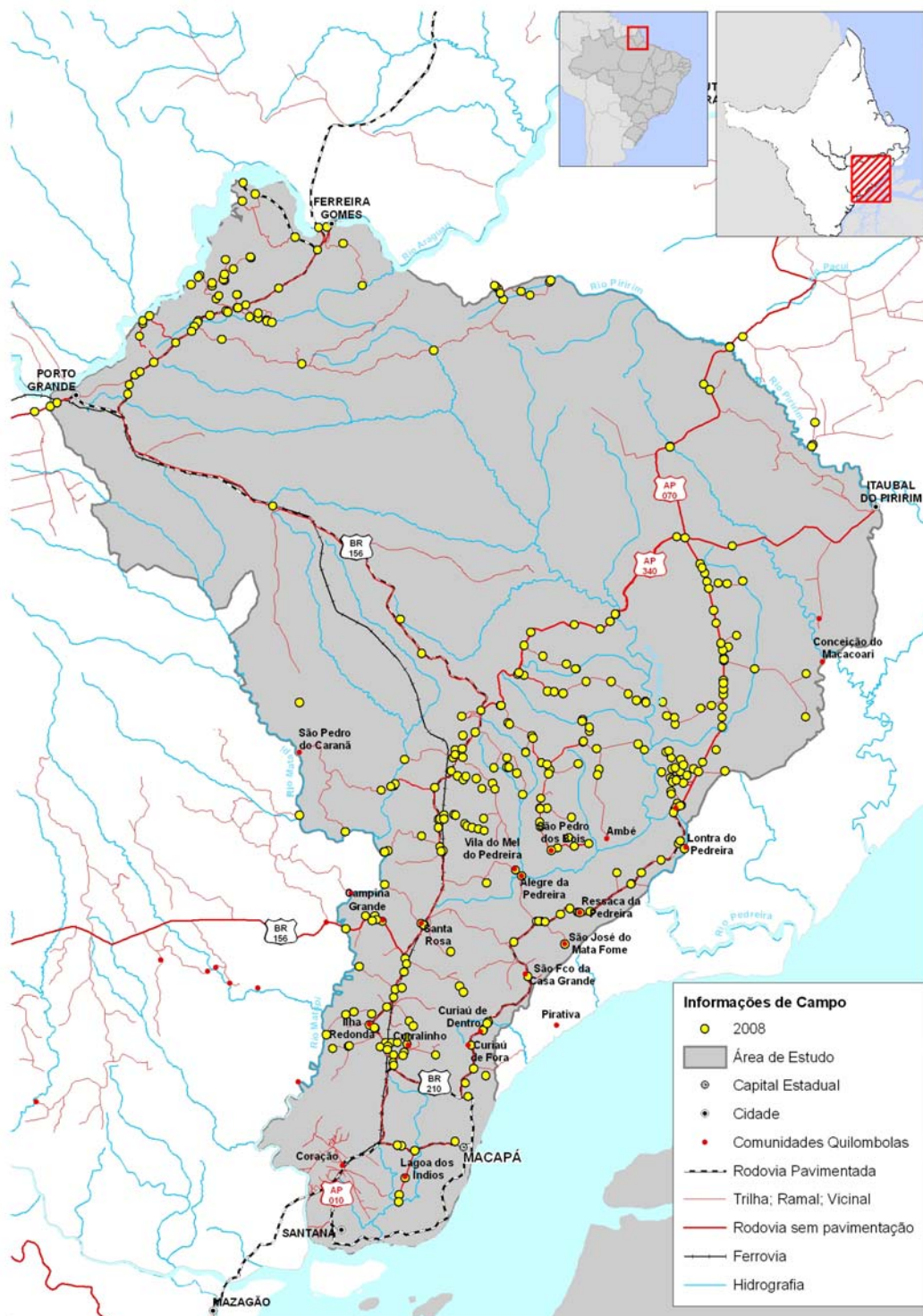


Figura 7: Locais de coleta de dados na área de estudo.
Fonte: Organizado pela autora.

Nas visitas à área buscou-se dar prioridade aos locais com maior concentração de comunidades e grande dinâmica de uso/ocupação, especialmente na região do vale do rio Pedreira e ao longo da AP-070. A viabilidade de acesso e as

informações de vínculos territoriais (Figura 8) também foram consideradas na etapa de campo, tendo sido priorizados os locais com acesso terrestre. A área de silvicultura da empresa Amapá Celulose S.A. não foi acessada, com exceção do trecho que leva ao Assentamento Ferreirinha.

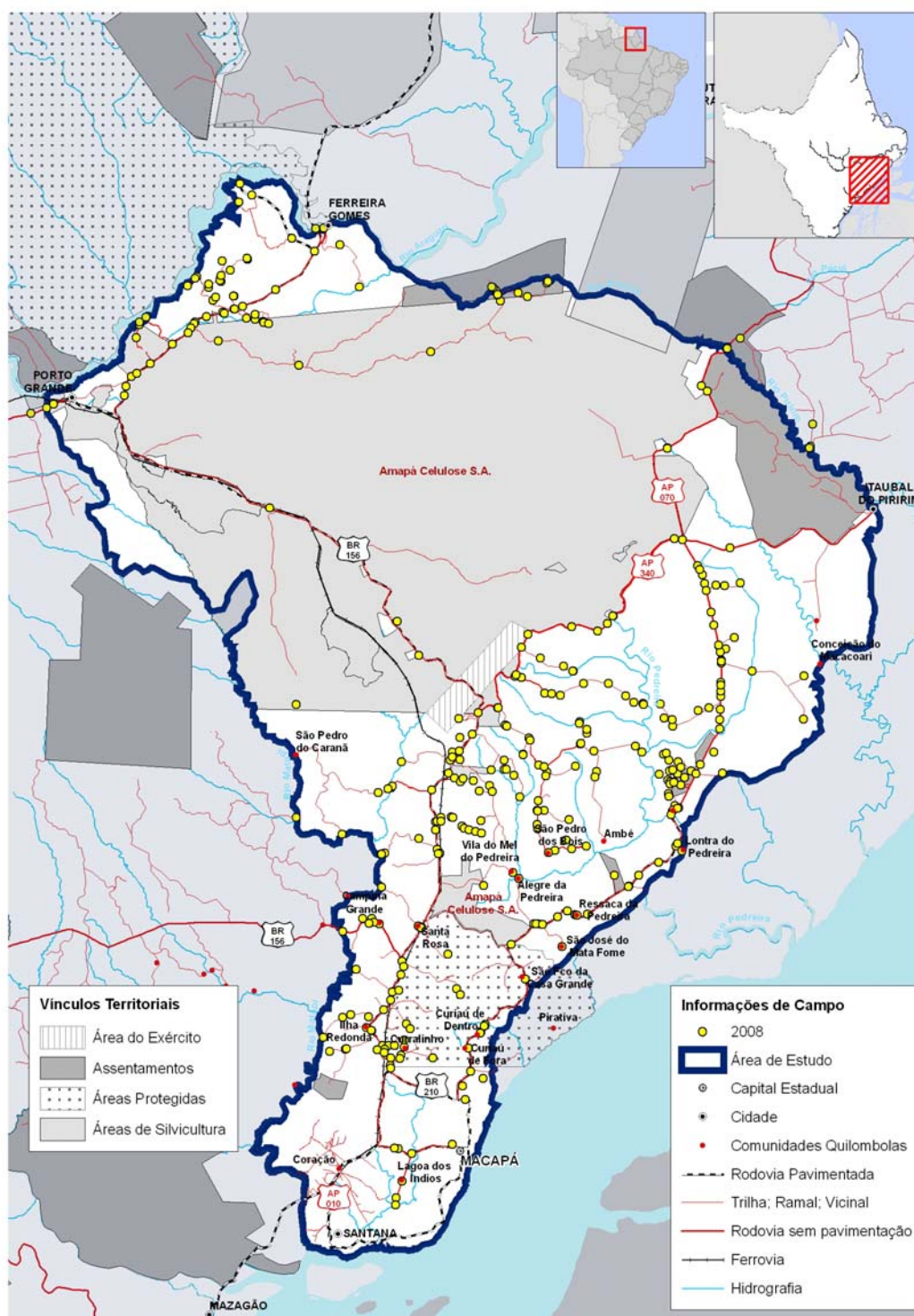


Figura 8: Coleta de dados em relação aos vínculos territoriais na área de estudo.
Fonte: Organizado pela autora.

Em campo foram usadas como instrumentos de apoio as **imagens de satélite impressas**, pré-classificadas com classes de uso da terra, de acordo com IBGE e também o **GPS** para coleta de pontos de comunidades não mapeadas, de feições ou usos que compuseram o mapeamento, além de pontos de conflito territorial e/ou ambiental;

O método de coleta constituiu na observação direta, comparação de feições em imagens ópticas e em mapeamentos anteriores, além de conversa direcionada com atores locais (especialmente moradores comunitários), que colaboraram para melhor identificar e delimitar os usos alocados na área.

3.3. Mapeamento de Uso da Terra

Para a definição de vários critérios dos cenários propostos nesta pesquisa o primeiro passo foi mapear os tipos de Uso da Terra encontrados na área. Para isso, optou-se por trabalhar com o método de Classificação Supervisionada de imagens orbitais da área de estudo, padronizadas a partir do mapeamento de Uso da Terra do IBGE, numa escala de 1:750.000 (IBGE, 2004b), atualizada e validada pelos dados coletados em campo.

Foram usadas as imagens do satélite Landsat 5 (TM), órbita-ponto 225-060 de maio de 2008 e de agosto de 2002, disponíveis na base de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com composição R-5, G-4, B-3.

A imagem de 2002 apresentou menor cobertura de nuvem e, por isso, foi escolhida para basear a classificação de usos, sendo que a imagem mais atual, de 2008, foi usada posteriormente para atualização da classificação.

O *software* SPRING 4.3 foi usado na etapa de classificação, por apresentar resultados mais satisfatórios que outros sistemas computacionais na separação de classes de uso da terra a partir de imagens de satélites orbitais. Usou-se a Classificação Supervisionada por Pixel como método de trabalho. Este tipo de classificação é um processo de extração de informação de imagens, para reconhecer padrões e objetos homogêneos. A classificação "*pixel a pixel*" utilizou apenas a informação espectral isoladamente de cada *pixel* para definir regiões homogêneas. O resultado final foi uma imagem digital que constituiu um mapa de "*pixels*" classificados, representados por símbolos cores. A técnica de classificação

multiespectral "*pixel a pixel*" usado foi a máxima verossimilhança (MAXVER), que considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos (INPE, 2005).

Da imagem Landsat-TM órbita-ponto 225-060/2002 foi mapeada a feição de Cerrado por esta técnica e criada uma imagem classificada que gerou uma matriz. Esta matriz foi transformada em dado vetorial exportada no formato *shapefile* (shp), para ser trabalhada no *software* ArcGis 9.1. Neste ambiente, os dados foram editados, para permitir a vetorização de outros usos reconhecidos nas imagens orbitais, adotando-se uma escala de vetorização de 1:25.000, que é uma boa escala para visualização de alvos com até 3 hectares de área. As dúvidas encontradas na vetorização, as áreas com cobertura de nuvens e os corpos d'água foram mapeadas com ajuda da imagem Landsat-TM órbita-ponto 225-060 de 2008. Este plano de informação foi cruzado com o mapa de Uso da Terra do IBGE (IBGE, 2004b) e ajustado para as categorias usadas neste mapeamento oficial. O mapa final de Uso da Terra foi validado por dados e informações coletadas em campo, a partir da comparação das classes definidas no mapa em relação aos usos observados no terreno.

Para a definição do Perímetro Urbano de Macapá foi usado o limite estabelecido na Lei Complementar nº028 – PMM, de 24 de junho de 2004. Já os perímetros urbanos de Santana, Itaubal, Ferreira Gomes e Porto Grande foram definidos pelo mapeamento do IBGE e ajustado pela imagem de satélite.

3.4. O Método de Avaliação por Múltiplos Critérios

A análise dos dados referenciais e de campo foi feita a partir da integração dos mesmos num banco de dados, ligado a um SIG, a partir do qual foi possível modelar cenários pelo método de Avaliação por Múltiplos Critérios (MCE). Foi usado o *software* ArcGis 9.1 para a estruturação e processamento inicial dos dados e a modelagem dos cenários territoriais foi estruturada no IDRISI32, usando as ferramentas de análise de suporte à decisão.

A avaliação de multicritérios é uma ferramenta matemática que permite comparar diferentes alternativas (ou cenários), fundamentada em vários critérios,

com o objetivo de direcionar os tomadores de decisão para uma escolha mais ponderada (ROY, 1996). Partindo desta compreensão e seguindo as orientações de Eastman (1998), estabelecemos os procedimentos para a aplicação do método MCE na definição de cenários territoriais.

Os primeiros passos adotados na modelagem de cenários foram a definição do problema que pretendíamos resolver e dos objetivos e metas a serem alcançados. Esta etapa está ligada à política de desenvolvimento local/regional e foi definida de acordo com demandas de alocação de atividades ou usos.

A partir daí foi possível escolher os parâmetros de entrada para os modelos, que foram os critérios de restrição ou os fatores para a obtenção dos objetivos e metas dos cenários. Como estamos falando de uma modelagem espacial, estes critérios se constituíram de mapas no formato matricial (*raster*) cujas medidas foram padronizadas para permitir a correlação entre valores convenientes. Usamos as operações de reclassificação booleana (BOOL) do IDRISI32 para padronizar os critérios de restrição, já que eles só permitem dois tipos de interpretação: ou são áreas aptas ou inaptas para cada uso. Já para os critérios favoráveis, usamos a operação FUZZY, também do IDRISI32, e as rotinas de reclassificação do ArcGis 9.1, para definir intervalos contínuos de 0 a 255, referentes a escalas de aptidão de cada critério para os usos propostos. A lógica *Fuzzy* (ou Lógica Nebulosa), que em inglês significa "incerto", surgiu para sanar os problemas que exigem graus intermediários entre o Verdadeiro e o Falso da Lógica Ocidental (TEIXEIRA NETO, 2006). Pela lógica *Fuzzy* uma variável é tratada não mais como apenas um estado, e sim, com "n" estados, cada um com seu grau de associação. Esta lógica permite que trabalhem com graus intermediários de respostas, ou de associações, para uma mesma questão. O reescalonamento de critérios, através de operações booleanas ou *fuzzy*, é necessário para padronizar as unidades de cada mapa. Sem isso não daria, por exemplo, para combinar um mapa de distância de cidades, cujas unidades estão em metros, com um mapa de declividade, com unidades em porcentagem.

A modelagem dos cenários econômico e conservacionista foi desenvolvida pelo método da Média Ponderada Ordenada (*Ordered Weighted Average – OWA*) que permitiu ponderar os critérios favoráveis de acordo com sua importância relativa, além de atribuir um segundo conjunto de pesos a estas variáveis, os pesos de ordenação, que deram um maior grau de controle sobre o nível de compensação

entre fatores, assim como o nível de risco na determinação da aptidão. Dentre os métodos de agregação de critérios possíveis numa Avaliação por Múltiplos Critérios, a OWA foi a que forneceu maior segurança na tomada de decisão, por permitir avaliar os riscos de certas escolhas e possibilitar que os fatores fossem compensados.

A ponderação dos critérios foi feita a partir de uma matriz de comparação pareada, onde cada célula foi preenchida com um valor de julgamento que expressa a importância relativa entre pares de critérios. Além disso, os fatores ainda foram ordenados, para permitir uma variação entre níveis de risco e compensação. Tanto a ponderação quanto o ordenamento de critérios foram definidos com base avaliação da importância de cada um para o objetivo da modelagem. Os dados de saída do modelo foram mapas em escala contínua de 0 a 255, que indicam as áreas de maior ou menor aptidão para a alocação de atividades agrícolas (no Cenário Agrícola) ou para a proteção (no Cenário de Conservação).

A modelagem do Cenário Integrado foi realizada pelo módulo de Tomada de Decisão com Objetivos Múltiplos (MOLA) que propõe alternativas para a alocação de objetivos complementares ou conflitantes, como é o caso da alocação de empreendimentos agrícolas e a escolha de áreas para a conservação ambiental.

Os parâmetros de entrada do modelo foram os mapas finais de aptidão para atividades agrícolas e para a conservação do ambiente estudado, ou seja, o resultado dos dois cenários anteriores. Cada mapa de aptidão foi ordenado hierarquicamente e as células com maior ordem hierárquica, que podiam satisfazer os objetivos de áreas, foram selecionadas. Por este módulo foi possível identificar áreas conflitantes, entre os objetivos propostos, mas também verificar quais eram as áreas que maximizam a aptidão para cada objetivo, através de uma solução de consenso.

De forma genérica, foram esses os passos que seguimos para a construção dos três cenários territoriais propostos neste estudo. Como resultado final tivemos um mapa que integra o Cenário Agrícola e o Cenário de Conservação numa proposta de ordenamento destas atividades em parte do ambiente de Cerrado no Amapá.

Para chegarmos à proposição deste cenário ideal para o ordenamento territorial, integrando as abordagens econômica e conservacionista, foi preciso começar definindo quais seriam os nossos objetivos, em relação à necessidade de

áreas para cada tipo de uso e quais seriam os critérios que possibilitariam ou restringiriam a melhor localização destes usos.

A seguir apresentamos o detalhamento da modelagem de cada cenário.

3.5. Construção de Cenários

3.5.1. *Cenário Econômico de desenvolvimento agrícola*

A escolha das melhores áreas para alocação de atividades agrícolas foi o objetivo deste cenário, o que demandou a conjugação de algumas características importantes na definição da aptidão do terreno para determinados usos.

Sabemos que, a rigor, diferentes culturas agrícolas irão requerer características distintas para seu desenvolvimento e o ideal, em termos de um ordenamento territorial definido a partir de uma abordagem econômica, seria planejar o uso agrícola de acordo com potencialidades naturais que o ambiente oferece (tipos de solo, drenagem, relevo, etc.); a capacidade de melhoramentos dessas potencialidades, através de insumos como a correção química dos solos e mecanização, entre outros; as potencialidades locacionais, principalmente em relação à acessibilidade; além de analisar as condições de vulnerabilidade da área.

Como na definição do Cenário Econômico pretendíamos indicar as melhores áreas para o desenvolvimento agrícola, nossa meta de área foi identificar o maior número de manchas com pelo menos três hectares como as ideais para os propósitos da modelagem, até o limite de 279.000 hectares, que corresponde à área de estudo com exceção dos 35% de Reserva Legal⁷. Os critérios que foram combinados para a definição de um *conjunto de decisão*, as melhores áreas para a alocação de atividades agrícolas, dividem-se entre restrições ou fatores, sistematizadas no quadro de decisão abaixo.

⁷ Limite estabelecido como Reserva Legal para os Cerrados Amazônicos pelo Código Florestal (Lei 4.771/65).



Figura 9: Quadro de decisão do Cenário Econômico de desenvolvimento agrícola.

a. Critérios restritivos

A área de estudo está localizada entre cinco sedes urbanas e está ligada aos seus perímetros de expansão, por isso foi importante delimitar as áreas urbanas onde a atividade agrícola seria incompatível e defini-la como uma restrição. Para isso usamos a definição de **Áreas Urbanizadas** do mapeamento de Uso da Terra como nosso primeiro critério de restrição.

Para melhor modelar o cenário de desenvolvimento agrícola foi preciso também definir outras áreas que são naturalmente inadequadas e que precisavam ser retiradas das possibilidades de escolha. Assim, definimos que as Estradas (rodovias federais e estaduais) e os Corpos d'água (rios e lagos) seriam também critérios de restrição no nosso cenário.

No mapeamento de **Estradas** usamos os dados de Rede Viária do Centro de Ordenamento Territorial do Amapá (AMAPÁ, 2006), ajustados às imagens Landsat 5 (TM) 225060, de 2002 e 2008, com um *buffer* de 60 metros, correspondendo à largura média das rodovias na área.

Já o mapeamento de **Corpos d'Água** foi feito a partir da Rede de Drenagem da Base Cartográfica do Amapá (AMAPÁ, 2005), ajustada à área de estudo através de imagens orbitais, com *buffer* de 30m dos principais cursos d'água, que é a largura média dos rios mapeados na área de estudo. A este plano ainda foi incorporado a classe de Águas Continentais mapeadas no Uso da Terra.

A última restrição foi definida em função da legislação ambiental, que estipula no Código Florestal (Lei 4.771/65) e na Resolução do CONAMA nº. 303/2002 limitações de uso para as Áreas de Preservação Permanente (APPs).

Desta forma, foram definidas como APPs:

- 50 metros, para o curso d'água com 10 a 50 metros de largura
- 100 metros, para o curso d'água com 50 a 200 metros de largura
 - Rio Matapi
 - Rio Piririm
 - Rio Pedreira
 - Rio Macacoari
 - Rio Flexal
- 200 metros, para o curso d'água com 200 a 600 metros de largura:
 - Rio Araguari

Não foram mapeados rios com menos de 10 metros de largura, por não serem facilmente identificáveis nas imagens orbitais utilizadas como referência.

Assim, na Avaliação por Múltiplos Critérios, trabalhamos com quatro critérios de restrição:

- Áreas Urbanas
- Estradas
- Corpos d'Água
- Áreas de Preservação Permanente

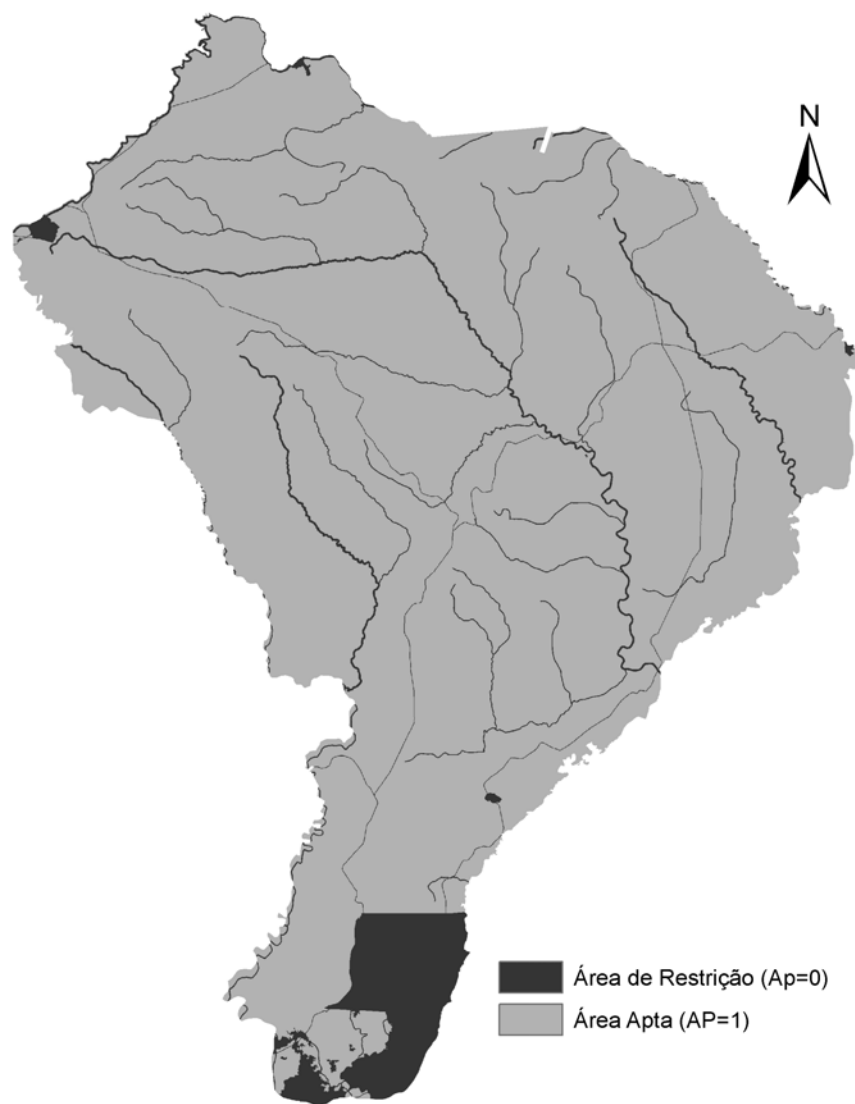


Figura 10: Critérios de Restrição do Cenário Agrícola.

Estes critérios foram mapeados e transformados em dados matriciais, ou *raster*, usando aplicativos do ArcGis 9.1. Em seguida, cada um destes dados foi reclassificado, no IDRISI32, usando operações booleanas, que os definiram como inadequadas para o uso agrícola.

b. Critérios favoráveis.

Os critérios favoráveis são aqueles que beneficiam a localização de determinada atividade, apresentando níveis maiores ou menores de aptidão. Os critérios definidos como fatores foram padronizados para uma escala contínua de 0 a 255, para permitir a sua combinação.

Para o nosso Cenário Econômico foram escolhidos dois conjuntos de fatores que podem ser considerados como potencializadores das atividades agrícolas. O primeiro está ligado às condições naturais da área de estudo e define a sua aptidão para vários cultivos. Usamos três critérios favoráveis, ligados às condições naturais da área: a Aptidão Agrícola dos Solos, dados de Declividade do terreno e dados de Precipitação Média Anual na área de estudo.

- **Aptidão Agrícola dos Solos**

O mapeamento de Aptidão Agrícola utilizado foi realizado pelo Projeto RadamBrasil, na escala 1:1.000.000 (BRASIL, 1974), com base em estudos pedológicos da região.

Foi definida uma hierarquia de restrição, da mais apta à menos apta, baseada nas características do mapeamento do Radam, que classifica aptidão agrícola para Manejo Primitivo e Desenvolvido de Ciclos Curtos e Longos. A partir dessa hierarquia, foi feita uma classificação através do método FUZZY para gerar um mapa contínuo de aptidão para a área de estudo, conforme tabela abaixo.

Tabela 1 - Classificação hierárquica do Mapa de Aptidão Agrícola dos Solos

HIERARQUIA	CLASSIFICAÇÃO CONTÍNUA	SIGLA	MANEJO PRIMITIVO	MANEJO DESENVOLVIDO
1	255	IIIc/IIc	Rest. para cult. de ciclo longo/Inapta para cult. de ciclo curto	Regular para cult. de ciclo longo/Rest. para cult. de ciclo curto
2	200	IIIa/IIa	Rest. para cult. de ciclo curto e longo	Rest. para cult. de ciclo curto e longo
3	150	IIIc/IIIc	Rest. para cult. de ciclo longo/Inapta para cult. de ciclo curto	Rest. para cult. de ciclo longo/Inapta para cult. de ciclo curto
4	100	IIIb/IIIb	Rest. para cult. de ciclo curto/Inapta para cult. de ciclo longo	Rest. para cult. de ciclo curto/Inapta para cult. de ciclo longo
5	50	IVa	Inapta para cult. de ciclo curto e longo/Adeq. para pastoreio extens.	Inapta para cult. de ciclo curto e longo/Adeq. para pastoreio extens.
6	0	IVb	Inapta para uso agrícola e pastoreiro extens.	Inapta para uso agrícola e pastoreiro extens.
0	0	SI	Sem Informação	Sem Informação



Figura 11: Níveis de Aptidão Agrícola dos Solos.

- **Declividade**

O mapa de Declividade do terreno foi derivado das informações topográficas do projeto SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission* (NASA, 2005) e permitiram analisar a capacidade de uso do solo. Para isso foram estabelecidos intervalos de classes de declividade, a partir dos intervalos já aplicados nos estudos de Capacidade de Uso/Aptidão Agrícola (SPÖRL&ROSS, 2004; SANTOS, 2004).

Desta forma, as classes de declividade foram hierarquizadas em cinco categorias, conforme mapa que segue.

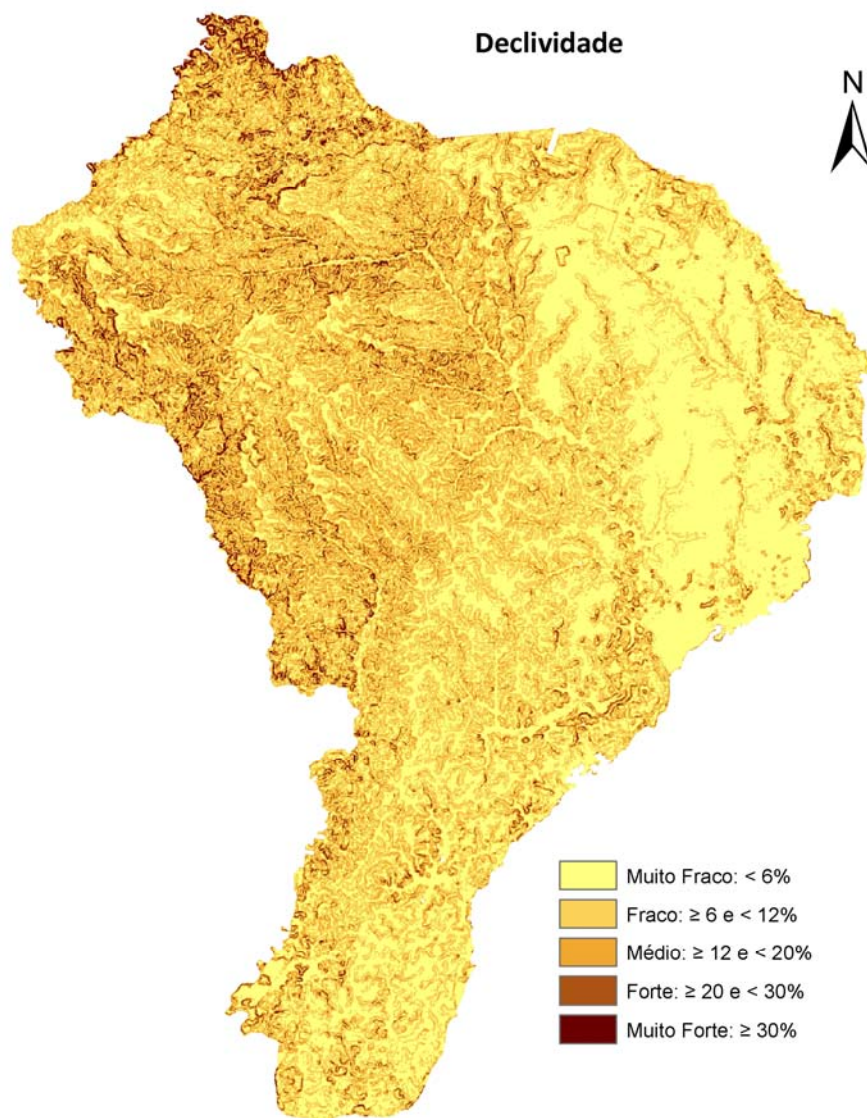


Figura 12: Classes de Declividade.

A partir dessas classes foi possível inferir que as declividades abaixo de 20% são as mais adequadas para a utilização agrícola, de 20% a 30% conferem uma baixa adequação por apresentarem dificuldades para o preparo do solo e para a mecanização. Já as declividades maiores que 30% são consideradas inadequadas para essa atividade, devendo ser destinadas para outros usos (exemplo: culturas permanentes, silvicultura e áreas de preservação). Com base nesses critérios foram estabelecidas as classes de adequação de uso que foram os parâmetros para o reescalonamento do mapa de declividade para uma escala contínua de aptidão (0-255), sendo:

Tabela 2 - Intervalos de declividade, valores e classes de adequação de uso.

Classes de declividade (%)	Valores de adequação	Classes de adequação
< 12	255	Alta
≥12 e < 20	170	Média
≥ 20 e < 30	85	Baixa
≥ 30	0	Restrita

- **Precipitação Média Anual**

Para o fator de Precipitação Média Anual foram usados os dados elaborados pelo Projeto WordClim, com resolução de 1 km², calculados através da diferença dos índices de precipitação num período de 50 anos – 1950/2000 (HIJMANS *et al.*, 2005). Estas informações são importantes por influenciar especialmente atividades de manejo desenvolvido, já que as áreas com maior precipitação poderão ser mais favoráveis para este tipo de cultivo.

Os dados, em formato *raster*, foram convertidos para o padrão de projeção e escala usados nesta modelagem. Para a área de estudo, a média de precipitação ficou entre 2.555 a 2.107 mm/a (Figura 13).

Esses dados de precipitação foram reescalados para o intervalo de 0-255, tendo sido usado um fator de escala de 1,24.

O outro conjunto de fatores refere-se a características de proximidade que são essenciais para garantir a viabilidade de projetos agrícolas. Assim, a proximidade de estrada, de cidade e de outros cultivos foi considerada importante para facilitar o acesso a áreas cultiváveis, permitir o abastecimento e/ou escoamento de produtos para os centros urbanos mais próximos, além de indicar uma opção de ordenamento que busca consolidar usos da terra já definidos.

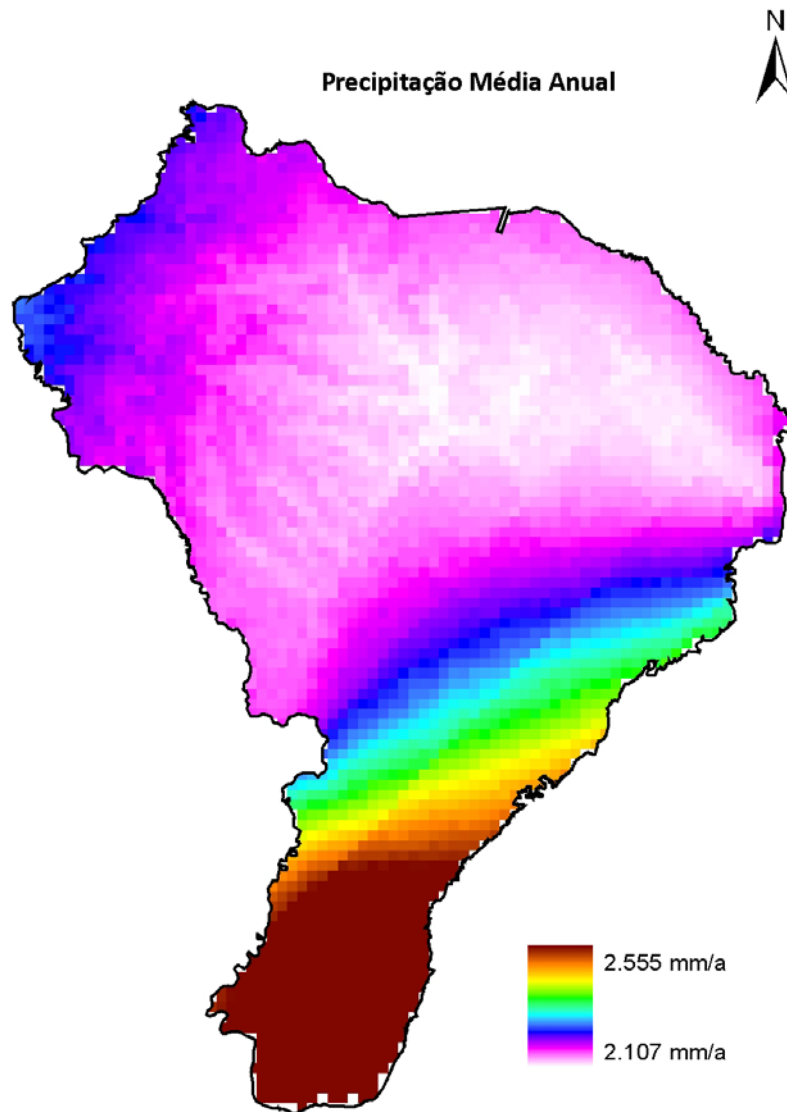


Figura 13: Precipitação Média Anual

- **Proximidade de Estradas**

Mapeamos a Proximidade de Estradas a partir dos dados vetoriais da base do Centro de Ordenamento Territorial do Amapá (AMAPÁ, 2006), ajustada à base de trabalho da área de estudo. Pelo ArcGis 9.1 foi calculada a distância linear até as rodovias estaduais e federais da área. Em seguida, estas distâncias foram reescaladas para um intervalo contínuo de aptidão, onde cada pixel registra a distância linear ao pixel pertencente a estradas.

Para projetos agrícolas, quanto mais próximo o empreendimento estiver da rede viária melhor será para o escoamento de produção. Por isso, os intervalos de

distância foram agrupados para designar as melhores classes de adequação em relação à proximidade com as estradas.

Assim, foram consideradas as seguintes classes de adequação:

Tabela 3 - Classes de adequação em relação à Proximidade de Estradas

<i>Distância (km)</i>	<i>Valores de adequação</i>	<i>Classes de adequação</i>
< 5	255	Alta
≥5 e < 10	170	Média
≥ 10 e < 20	85	Baixa
≥20	0	Restrita

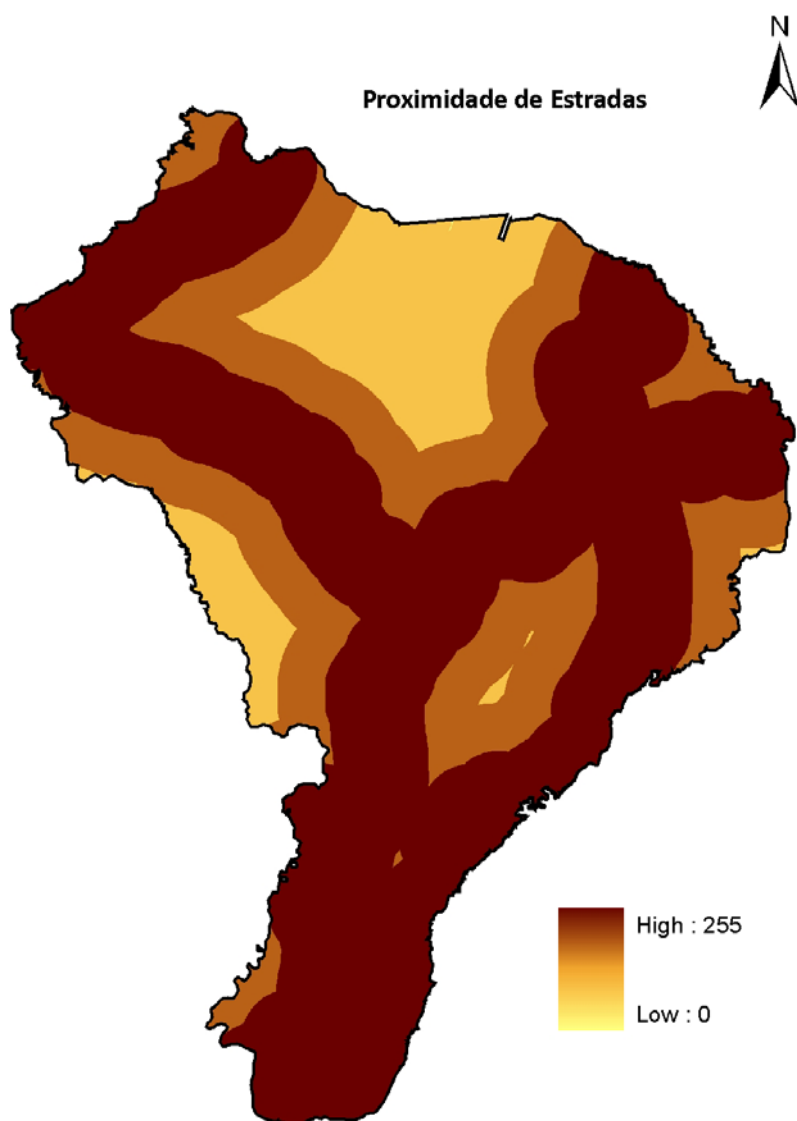


Figura 14: Mapa de Proximidade de Estradas

- **Proximidade de Cidades**

A Proximidade em relação às Cidades também foi mapeada a partir da localização das sedes municipais da área, de onde se calculou a distância linear pelo ArcGis 9.1. Estas distâncias foram reescaladas, usando o IDRISI32, para um índice de aptidão onde a maior distância possui o menor valor de aptidão (0) e a menor distância tem o maior valor de aptidão (255). A função de reescalonamento usada foi a de decréscimo linear simples, isto é, à medida que a distância das cidades aumenta, a aptidão diminui.

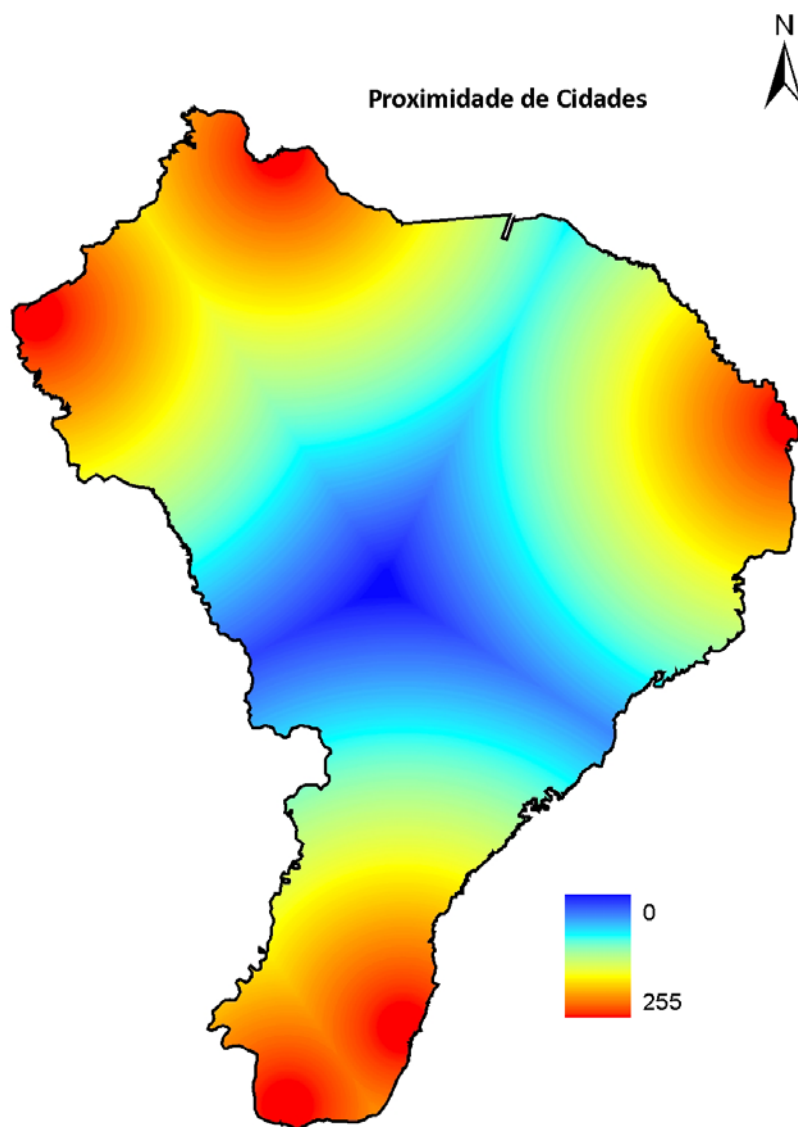


Figura 15: Mapa de Proximidade de Cidades

- **Proximidade de Cultivos**

O último critério de alocação usado como fator para o Cenário Agrícola foi a Proximidade de Cultivos já existentes. Aqui se considerou que as áreas mais próximas de cultivos serão avaliadas mais aptas para novos projetos, que as áreas mais distantes.

As áreas cultivadas foram retiradas do mapeamento de Uso da terra, correspondendo às seguintes classes:

- Cultura Temporária
- Cultura Permanente
- Silvicultura

Em seguida, foi calculada a distância linear até estas áreas, pelo ArcGis 9.1, e estabelecido um limite de distância, de acordo com o nível de aptidão das áreas (Figura 16), sendo:

Tabela 4 - Classes de adequação em relação à Proximidade de Cultivos

<i>Distância (km)</i>	<i>Valores de adequação</i>	<i>Classes de adequação</i>
< 2	255	Alta
≥ 2 e < 5	170	Média
≥ 5 e < 15	85	Baixa
≥15	0	Restrita

Desta forma, trabalharemos com seis critérios potencialmente favoráveis:

- Aptidão agrícola dos solos
- Declividade
- Precipitação média anual
- Proximidade de estradas
- Proximidade de cidades
- Proximidade de outros cultivos

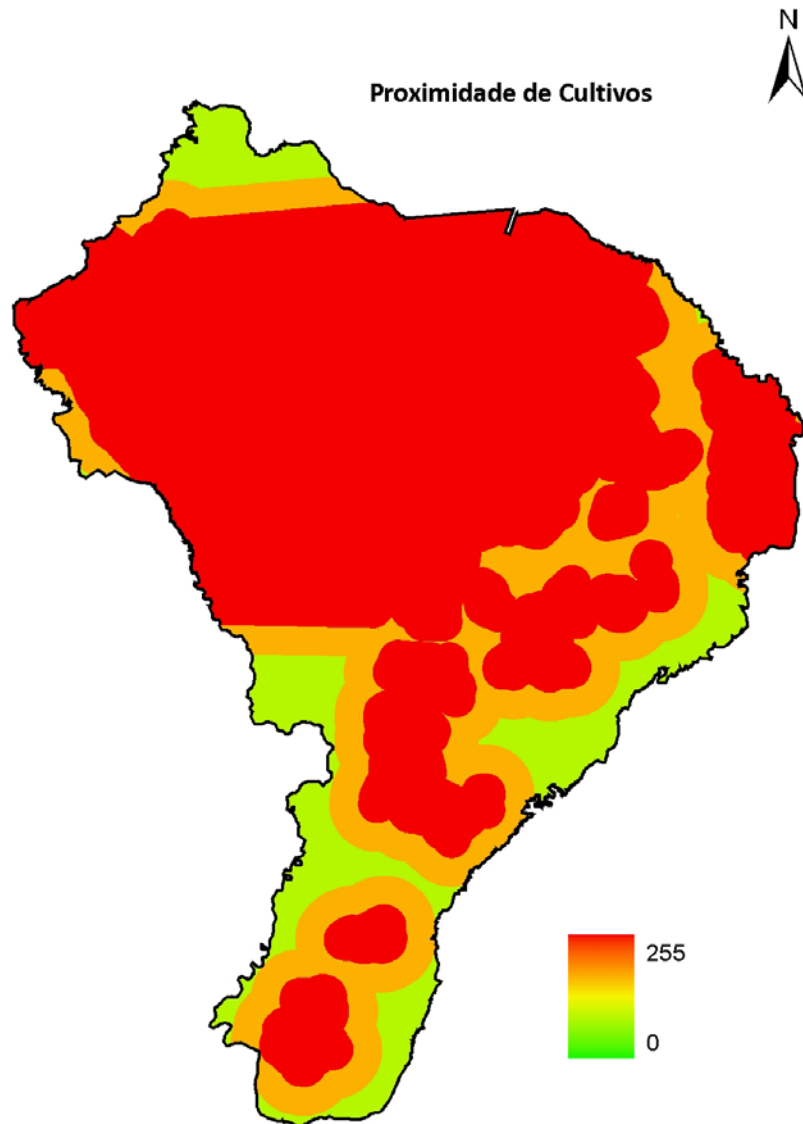


Figura 16: Mapa de Proximidade de Cultivos

Os Critérios de Restrição e os Critérios Favoráveis foram os parâmetros de entrada do modelo que foram ponderados, ordenados e combinados para a construção do Cenário Agrícola, de acordo com as regras de decisão compiladas no quadro abaixo.

Quadro 1 - Desenvolvimento dos Critérios do Cenário Agrícola

Mapa de Fator	Tipo de Critério/ Padronização	Regra de decisão
Áreas Urbanas	Restrição / Booleano	Áreas Urbanizadas (mapa de Uso da Terra)
APPs	Restrição / Booleano	Perímetro de 50 metros, para o curso d'água com 10 a 50 metros de largura; 100 metros, para o curso d'água com 50 a 200 metros de largura e 200 metros, para o curso d'água com 200 a 600 metros de largura.
Estradas	Restrição / Booleano	Rodovias Federais e Estaduais pavimentadas e sem pavimentação
Corpos d'água	Restrição / Booleano	Rios e Águas Continentais
Aptidão agrícola dos solos	Fator / Fuzzy	Quanto menor o nível de restrição maior será a aptidão da área
Declividade	Fator / Fuzzy	Áreas mais planas são mais aptas
Precipitação média anual	Fator / Fuzzy	Áreas com maior precipitação são mais aptas
Proximidade de estradas	Fator / Fuzzy	Áreas mais próximas são mais aptas
Proximidade de cidades	Fator / Fuzzy	Áreas mais próximas são mais aptas
Proximidade de cultivos	Fator / Fuzzy	Áreas mais próximas são mais aptas

c. Ponderação de critérios favoráveis.

Após a padronização dos fatores, para a escala de 0 a 255, a próxima etapa consistiu em ponderar a influência de cada um no processo de avaliação da aptidão para o uso agrícola da área de estudo.

A ponderação foi realizada utilizando-se uma matriz de comparação pareada, onde cada célula é preenchida com um valor de julgamento que expressa a importância relativa entre pares de critérios.

A definição dos valores de importância entre os critérios determina os dados de entrada na matriz e, a partir deles, são calculados os pesos ponderados dos fatores e a consistência do julgamento da matriz. Desta forma, foi construída uma matriz de comparação pareada no IDRISI32 utilizando-se como base uma escala contínua de 9 pontos que traduz a importância relativa entre eles:

1/9 (extremamente)	1/7 (fortemente)	1/5 (forte)	1/3 (pouco)	1 (igual)	3 (pouco)	5 (forte)	7 (fortemente)	9 (extremamente)
Menor Importância							Maior Importância	

Com base nesta escala, foi elaborada a matriz de pesos, conforme mostra a tabela a seguir.

Tabela 5 - Matriz de comparação pareada entre fatores usados na definição da aptidão para uso agrícola

Fatores	Apt.Agrícola	Declividade	Precipitação	Prox. Estradas	Prox. Cidades	Prox. Cultivos
Apt.Agrícola	1					
Declividade	5	1				
Precipitação	3	1/3	1			
Prox. Estradas	1/3	1/5	1/3	1		
Prox. Cidades	1/5	1/7	1/5	1/3	1	
Prox. Cultivos	7	5	7	9	9	1

Depois de comparar os fatores, dois a dois, foram calculados os pesos para cada um (Tabela 6), por meio do Processo de Análise Hierárquica – AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Esse procedimento foi realizado por meio do IDRISI32 que, além dos pesos, permite calcular a razão de consistência da matriz que deve ser menor que 0,1 (SAATY & VARGAS, 1991). A razão de consistência indica a probabilidade de as avaliações da matriz terem sido geradas aleatoriamente. Para os valores usados nos critérios favoráveis a análise de consistência foi 0,1, considerada aceitável.

Tabela 6 - Pesos calculados para fatores

Fatores	Pesos
Prox. Cidades	0.0252
Prox. Estradas	0.0428
Apt.Agrícola	0.0736
Precipitação	0.1113
Declividade	0.2147
Prox. Cultivos	0.5324

d. Combinação de critérios – Média Ponderada Ordenada (OWA)

A última etapa na elaboração do Cenário Agrícola consistiu na avaliação dos critérios, por meio do método da Média Ponderada Ordenada – OWA (*Ordered Weighted Average*), que permite, além da utilização dos pesos para fatores, a hierarquização desses fatores de acordo com sua ordem de importância na definição da aptidão, além da utilização das máscaras booleanas de restrições. Isso dá a oportunidade de se ponderar os critérios e ordená-los segundo uma escala de importância, dando um maior grau de controle sobre o nível global de compreensão entre fatores, assim como do nível de risco na determinação da aptidão.

Tabela 7 - Ordem dos fatores

Fatores	Ordem
Prox. Cidades	6
Prox. Estradas	5
Apt.Agrícola	4
Precipitação	3
Declividade	2
Prox. Cultivos	1

3.5.2. Cenário de Conservação

O objetivo deste cenário foi identificar quais as áreas necessárias para a manutenção e/ou recuperação da integridade ambiental da área estudada, que garantam a conservação de uma amostra do seu ecossistema e o uso sustentável de seus recursos.

A maior parte da área é composta por cerrados arbóreo-arbustivos, recortados por matas de galeria e com pequenas áreas de transição entre os ambientes de várzea e floresta. Existem poucos estudos mais específicos sobre biodiversidade local, especialmente sobre a fauna.

Como a área de estudo é caracterizada por diversos usos, quase inexistindo espaços sem ocupação ou uso definidos, acreditamos que as melhores estratégias de conservação deste ambiente devem estar ligadas à capacidade de envolvimento de atores locais com objetivos conservacionistas de manejo sustentável dos

recursos naturais. Nossa meta foi identificar 150 mil hectares de áreas aptas à conservação, o que representa cerca de 35% da área de estudo, limite estabelecido como de Reserva Legal para os cerrados amazônicos pelo Código Florestal (Lei 4.771/65). Para tanto, estabelecemos alguns critérios que foram considerados restrições para a conservação e os fatores para definição de áreas, conforme quadro de decisão abaixo.



Figura 17: Quadro de decisão do Cenário de Conservação.

a. Critérios restritivos

A principal restrição para a definição de uma área como apta para a conservação na região de nosso estudo está ligada à ocorrência de usos já consolidados, que seriam as menos interessantes para os objetivos do cenário proposto. Desta forma, usamos o mapeamento de Uso da Terra para definir as principais restrições ligadas a usos consolidados.

Assim, nossos critérios restritivos foram:

- Áreas Urbanas
- Áreas Agrícolas, que englobam:
 - Cultura Permanente
 - Cultura Temporária
 - Silvicultura
- Áreas de Exploração Mineral
- Estradas

Estas restrições foram reclassificadas, como máscaras booleanas, adotando o valor 0 (zero – não aptas) para retirar das nossas possibilidades de escolha aquelas áreas com estrutura de uso já desenvolvida, que seriam menos aptas à conservação.

Para as demais áreas do mapa de Uso da Terra foi atribuído o valor 1 (um – permissão), sendo:

- Água Continental
- Vegetação Campestre
- Vegetação Campestre Inundável
- Vegetação Florestal

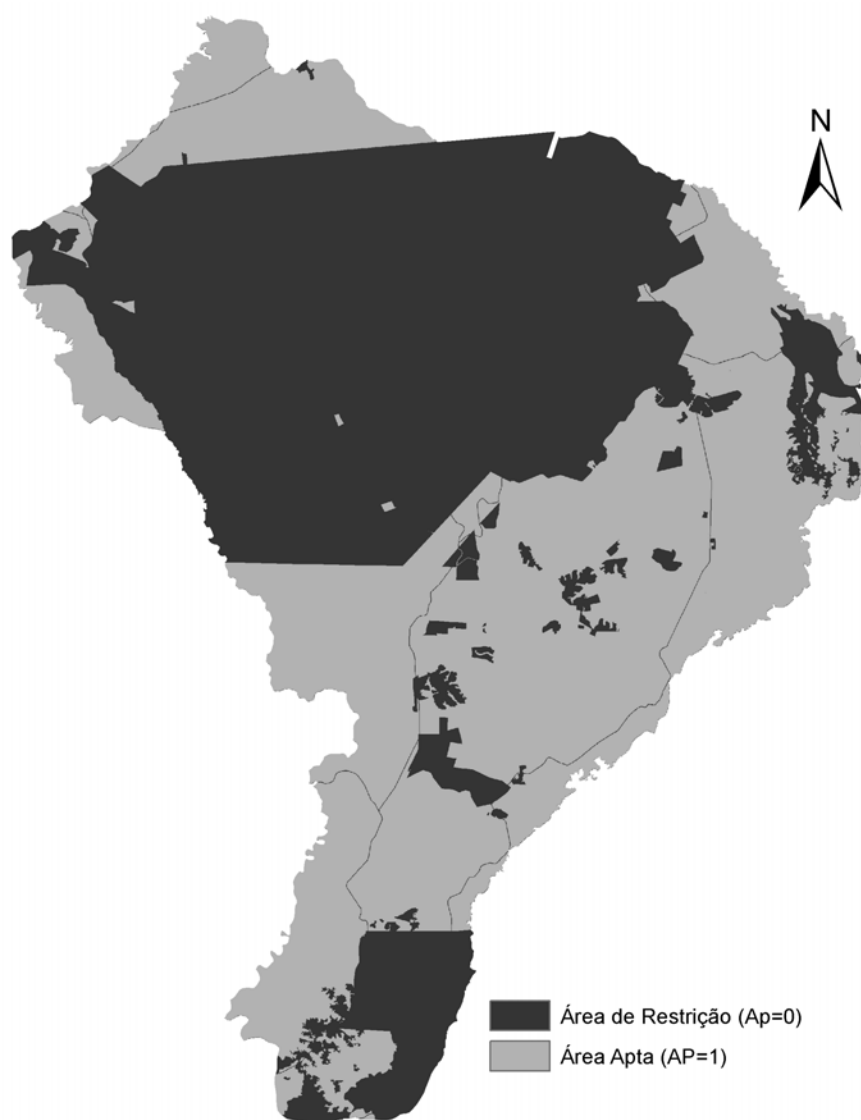


Figura 18: Mapa de Restrições do Cenário de Conservação

b. Critérios favoráveis

Na escolha dos critérios que favorecem a localização de áreas a serem conservadas optamos por valorizar a capacidade de desenvolvimento de ações conservacionistas de uso sustentável. Essa opção foi uma forma de considerar algumas peculiaridades locais e de observar o cumprimento da legislação ambiental, priorizando as características de proximidade que atribuíram uma escala contínua de aptidão para as áreas relativamente mais próximas de determinadas características.

- **Proximidade de Áreas de Preservação Permanente**

A partir das áreas definidas no mapeamento de critérios do Cenário Agrícola como Áreas de Preservação Permanente, foi calculada a distância linear pelo ArcGis9.1. Em seguida os dados foram reescalados para um intervalo de aptidão de 0 (menos apto) a 255 (mais apto), para ser trabalhado no IDRISI32.

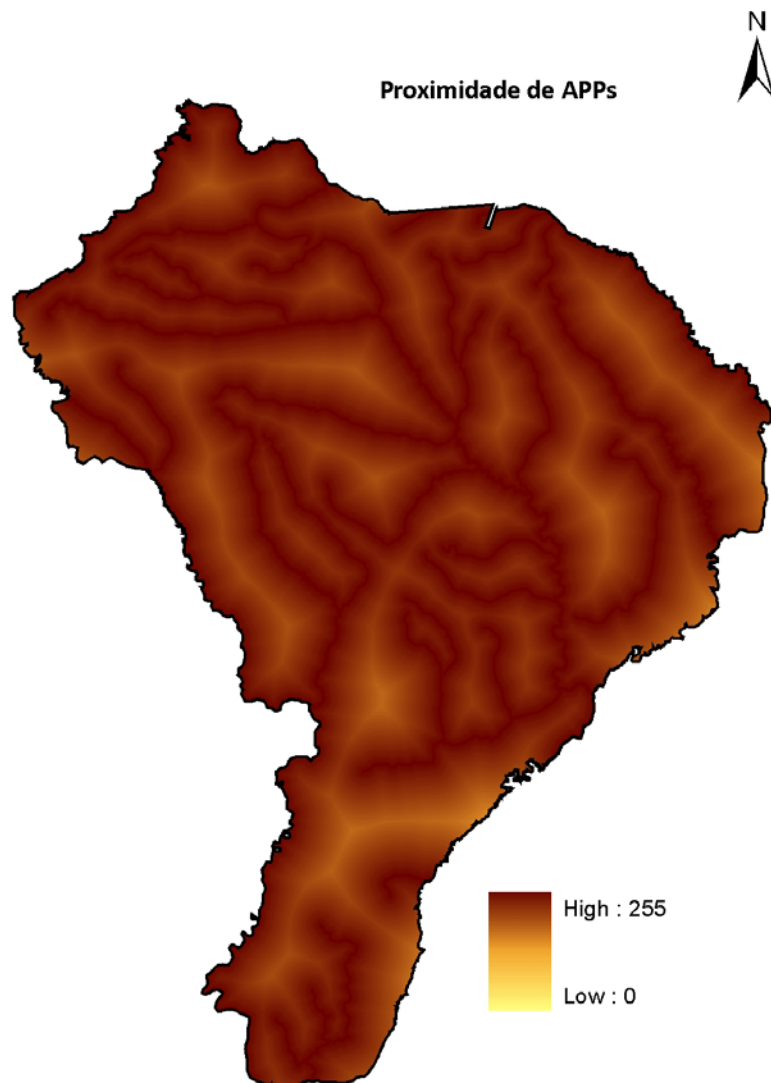


Figura 19: Fator de Proximidade de Áreas de Preservação Permanente.

- **Proximidade de Comunidades Quilombolas**

Na área existem 17 comunidades quilombolas de auto-reconhecimento (Quadro 2) concentradas nos municípios de Macapá e Porto Grande, que desenvolvem modos de vida em grande parte ligados ao ambiente e que podem ser importantes agentes de proteção da biodiversidade de suas áreas de vivência.

Quadro 2 – Comunidades Quilombolas na área de estudo.

Nº.	Comunidade	Município
1	São José do Mata Fome	Macapá
2	São Francisco da Casa Grande	Macapá
3	Alegre da Pedreira	Macapá
4	Ambé	Macapá
5	Conceição do Macacoari	Macapá
6	Coração	Macapá
7	Curiaú de Dentro	Macapá
8	Curiaú de Fora	Macapá
9	Currálinho	Macapá
10	Ilha Redonda	Macapá
11	Lagoa dos Índios	Macapá
12	Ressaca da Pedreira	Macapá
13	Santa Rosa	Macapá
14	São Pedro dos Bois	Macapá
15	Vila do Mel do Pedreira	Macapá
16	Campina Grande	Macapá
17	São Pedro do Caranã	Porto Grande

A proximidade em relação a estas áreas foi calculada pelo método de distância linear do ArcGis 9.1, tendo sido produzido um mapa em escala contínua.

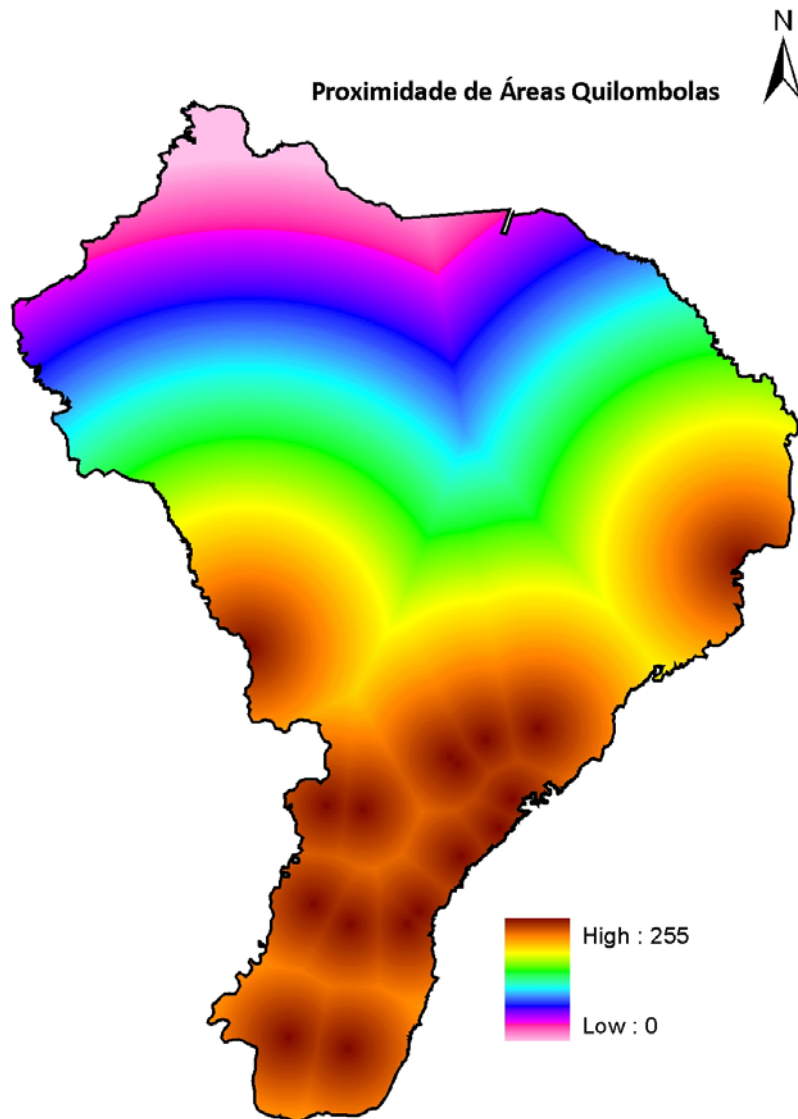


Figura 20: Fator de Proximidade de Áreas Quilombolas.

- **Proximidade de Áreas de Lazer**

Na área de estudo também encontramos vários espaços de lazer, a maioria particular, que constituem redutos naturais para onde os moradores urbanos recorrem nos finais de semana. Em geral são balneários, alguns de acesso coletivo, que apresentam grande potencialidade de desenvolvimento de ações ecoturísticas, ou mesmo de criação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs), se bem direcionadas por um plano de uso sustentável. Outras são comunidades que também desenvolvem atividades de lazer, como balneários.

Na etapa de campo mapeamos as onze principais localidades que desenvolvem este tipo de atividade (Quadro 3).

Quadro 3 - Áreas de lazer

N°	Nome	Tipo	Município
1	Lontra	COMUNID/ LAZER	Macapá
2	Tessalônica	COMUNID/ LAZER	Macapá
3	Porto	COMUNID/LAZER	Macapá
4	Curiaú de Dentro	COMUNID/LAZER	Macapá
5	Fazendinha	COMUNID/LAZER	Macapá
6	Balneário Lamarão	LAZER	Macapá
7	Balneário Pinah	LAZER	Macapá
8	Balneário do Alegre	LAZER	Macapá
9	Balneário Frotas e Frotas	LAZER	Macapá
10	Pontal das Pedras	LAZER	Ferreira Gomes
11	Pedra sobre Pedra	LAZER	Ferreira Gomes

A partir destas localidades foi construído um mapa de distâncias lineares que foi reclassificado para um intervalo contínuo de aptidão de 0 a 255.

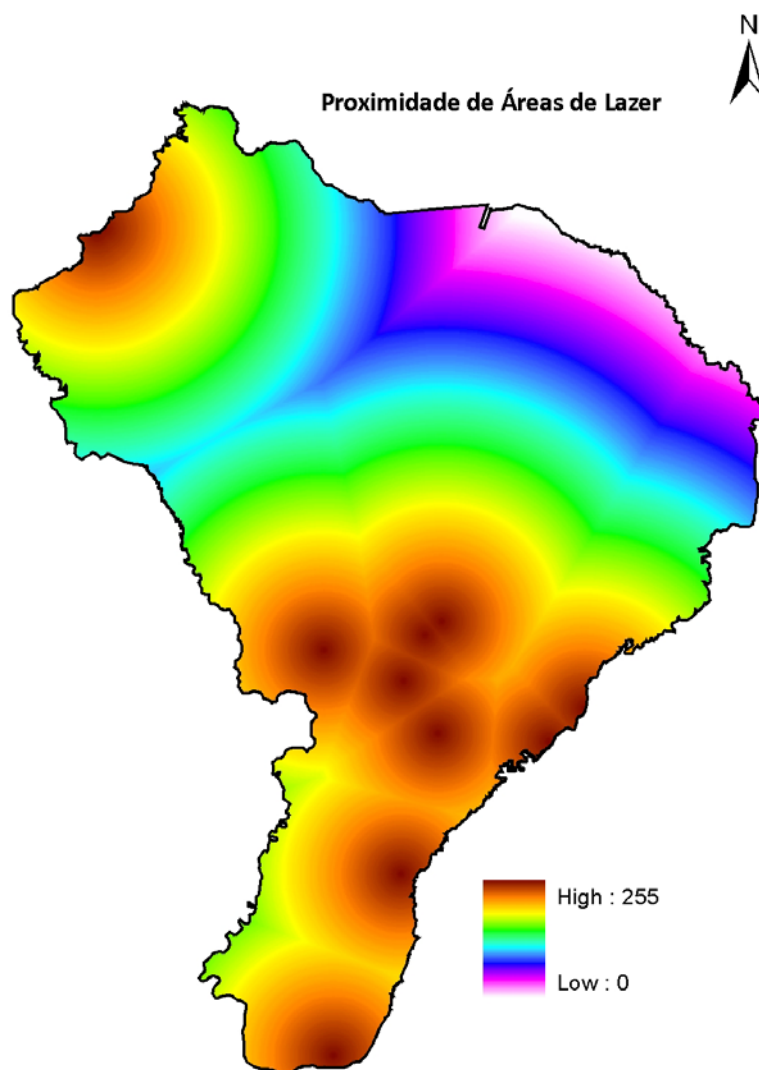


Figura 21: Fator de Proximidade de Áreas de Lazer.

- **Proximidade de Unidades de Conservação**

Por último, sabemos que na região de estudo existem quatro unidades de conservação:

- Área de Proteção Ambiental do Rio Curiaú
- Área de Proteção Ambiental da Fazendinha
- Reserva Particular do Patrimônio Natural Revecon
- Reserva Particular do Patrimônio Natural Ekinox

Seria interessante garantir que o entorno destas UCs pudesse ser protegido de atividades que fossem potencialmente impactantes, por isso nosso último fator para seleção de áreas a serem conservadas será a proximidade destas áreas protegidas.

Para isso, foi construído um mapa das distâncias lineares até estas áreas e, em seguida, este mapa foi reclassificado para um intervalo contínuo de aptidão de 0 a 255.

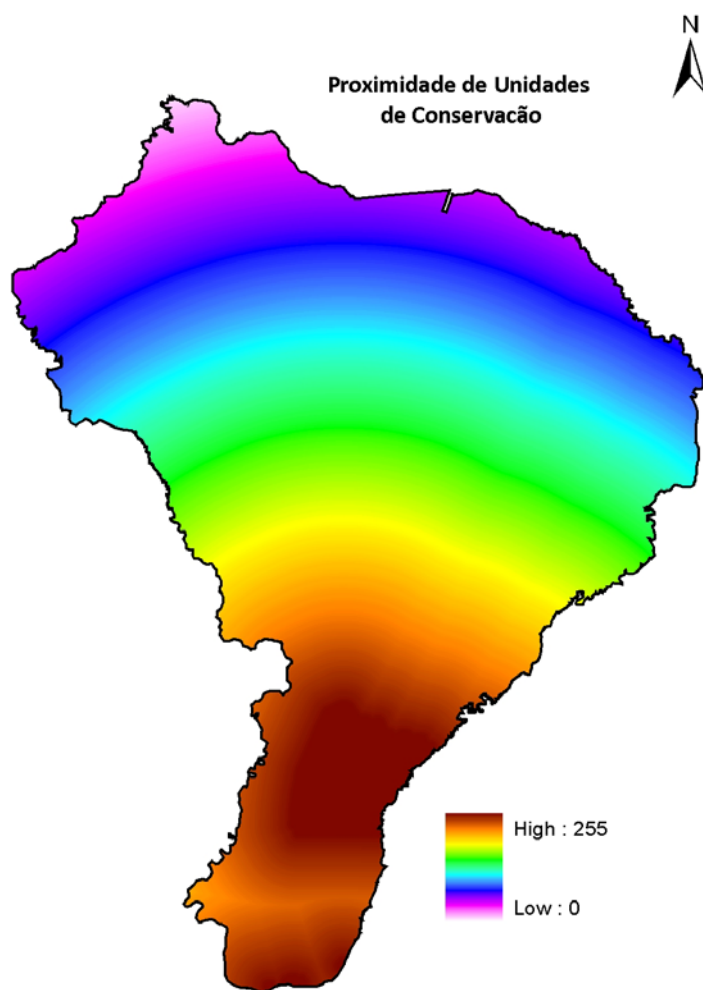


Figura 22: Fator de Proximidade de Unidades de Conservação.

Com isso, temos quatro critérios favoráveis como entrada para nosso modelo:

- Proximidade de Áreas de Preservação Permanente
- Proximidade de Áreas Quilombolas
- Proximidade de Áreas de Lazer
- Proximidade de Unidades de Conservação

Assim como no Cenário Agrícola, mapeamos cada critério do Cenário de Conservação, ponderando-os e ordenando-os de acordo com sua importância para o cenário e combinando-os às máscaras de restrições booleanas para gerarmos um mapa final de indicação de áreas potenciais para a conservação ambiental.

A síntese das regras de decisão usadas na modelagem deste cenário segue no quadro abaixo.

Quadro 4 - Desenvolvimento dos Critérios do Cenário de Conservação

Mapa de Fator	Tipo de Critério/ Padronização	Regra de decisão
Áreas Urbanas	Restrição / Booleano	Áreas Urbanizadas (mapa de Uso da Terra)
Áreas Agrícolas	Restrição / Booleano	Áreas de Cultura Permanente, Cultura Temporária e Silvicultura (mapa de Uso da Terra)
Exploração Mineral	Restrição / Booleano	Área de exploração de areia (mapa de Uso da Terra)
Estradas	Restrição / Booleano	Rodovias Federais e Estaduais pavimentadas e sem pavimentação
Proximidade de APPs	Fator / Fuzzy	Áreas mais próximas são mais aptas
Proximidade de Comunidades Quilombolas	Fator / Fuzzy	Áreas mais próximas são mais aptas
Proximidade de Lazer	Fator / Fuzzy	Áreas mais próximas são mais aptas
Proximidade de UCs	Fator / Fuzzy	Áreas mais próximas são mais aptas

c. Ponderação de critérios favoráveis

Assim como no Cenário Agrícola, depois da padronização dos fatores para a escala de 0 a 255, foi necessário ponderar a influência de cada fator no processo de avaliação da aptidão para conservação da área de estudo.

Usou-se o mesmo modelo de matriz de comparação pareada do cenário anterior, onde cada célula é preenchida com um valor de julgamento que expressa a importância relativa entre pares de critérios.

Esses valores de importância entre os critérios determinaram os dados de entrada na matriz e, a partir deles, foram calculados os pesos ponderados dos fatores e a consistência do julgamento da matriz. Assim, foi possível construir uma matriz de comparação pareada no IDRISI32 utilizando-se como base a escala contínua de 9 pontos, usada também no primeiro cenário, que traduz a importância relativa entre os critérios.

A partir desta escala, foi elaborada a matriz de pesos, conforme mostra a Tabela 8.

Tabela 8 - Matriz de comparação pareada entre fatores usados na definição do Cenário de Conservação

Fatores	Prox. APP	Prox. Quilombos	Prox. Lazer	Prox. UCs
Prox. APP	1			
Prox. Quilombos	1/5	1		
Prox. Lazer	1/7	1/3	1	
Prox. UCs	1/3	3	5	1

Após a comparação dos fatores, foram calculados os pesos para cada um, por meio do Processo de Análise Hierárquica - AHP (*Analytical Hierarchy Process*), no IDRISI 32. Além dos pesos, o programa permitiu calcular a razão de consistência da matriz que deve ser menor que 0,1. Para os valores usados, a análise de consistência foi 0,04, considerada muito boa.

Tabela 9 - Pesos calculados para fatores

Fatores	Pesos
Prox. Lazer	0.0546
Prox. Quilombos	0.1174
Prox. UCs	0.2608
Prox. APP	0.5672

d. Combinação de critérios – Média Ponderada Ordenada (OWA)

A última etapa na elaboração do Cenário de Conservação consistiu na avaliação dos multicritérios, por meio do método da Média Ponderada Ordenada -

OWA (*Ordered Weighted Average*), que permite, além da utilização dos pesos para fatores, a hierarquização desses fatores e a utilização das máscaras booleanas de restrições. Isso dá a oportunidade de se ponderar os critérios e ordená-los segundo uma escala de importância, dando um maior grau de controle sobre o nível global de compreensão entre fatores, assim como do nível de risco na determinação da aptidão.

Tabela 10 - Ordem dos fatores

Fatores	Ordem
Prox. Lazer	4
Prox. Quilombos	3
Prox. UCs	2
Prox. APP	1

3.5.3. Cenário Integrado

O cenário ideal para o ordenamento territorial, integrando pelo menos dois objetivos distintos para o ambiente de Cerrado estudado, foi chamado aqui de Cenário Integrado e constituiu-se numa solução de consenso, conseguida pelo módulo MOLA (*Multi Objective Land Allocation*) das ferramentas de suporte a decisão do IDRISI32 (Figura 23).

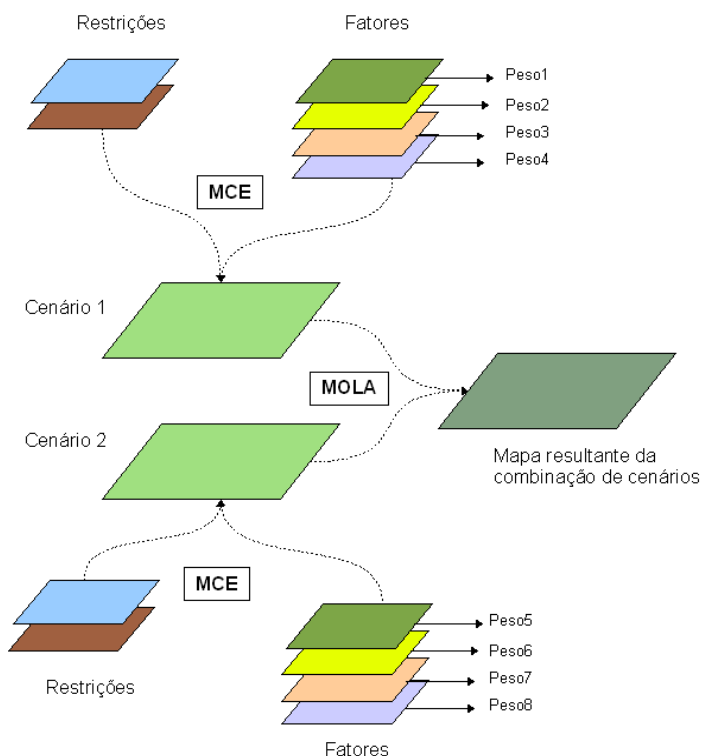


Figura 23: Esquema geral de integração dos mapas de restrição e mapas de fatores para a criação dos cenários agrícola, de conservação e integrado no Cerrado do Amapá.
Observação: MCE = *Multi Criteria Evaluation* e MOLA = *Multi Objective Land Allocation*.

Neste cenário as nossas metas de área foram as mesmas que usamos para indicar áreas para agricultura e para conservação, ou seja, buscamos identificar 35% da área para usos sustentáveis, que visem à conservação do ambiente de Cerrado, mas também delimitamos o maior número de manchas de, no mínimo, 3 hectares para projetos agrícolas (Figura 24).

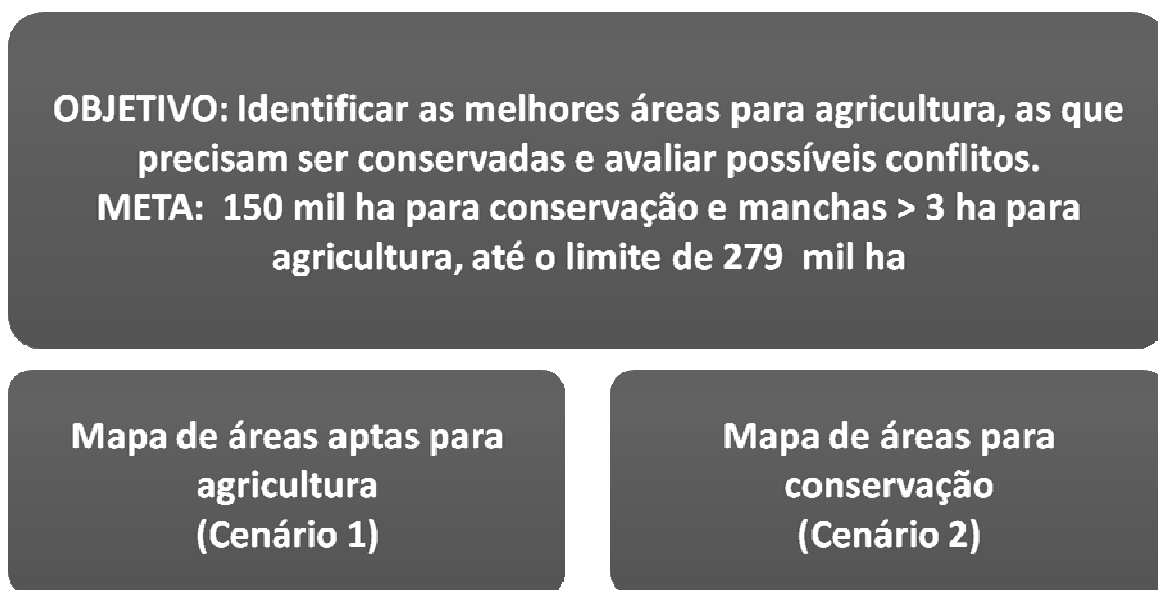


Figura 24: Quadro de decisão do Cenário Integrado.

As variáveis de entrada do modelo foram os mapas de aptidão resultantes da modelagem do Cenário Agrícola e do Cenário de Conservação, que foram ranqueados, para apresentar uma ordem hierárquica que permitisse a seleção das células de maior valor, para satisfazer nossos objetivos de áreas (Figura 25).

Como trabalhamos com objetivos diferentes e, em grande parte, conflitantes, também buscamos identificar possíveis áreas de conflito entre os dois cenários. Estes conflitos foram consensualizados, pela utilização do módulo MOLA do IDRISI32, que buscou maximizar a aptidão para cada objetivo, simulando várias interações entre eles até encontrar a solução mais adequada, expressa em um mapa de Conflitos de Áreas (Figura 33).

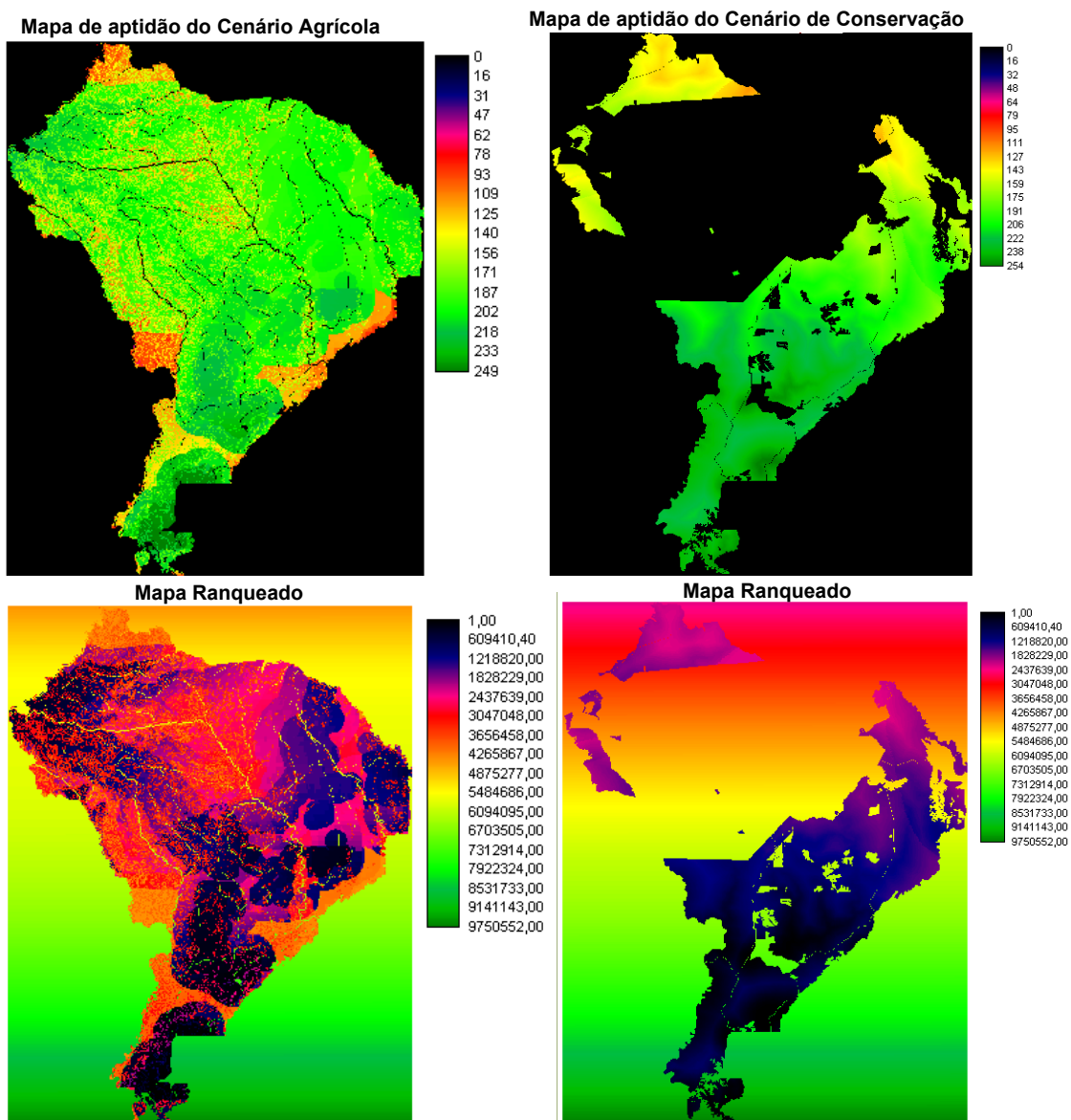


Figura 25: Etapas do Cenário Integrado

O último passo foi a modelagem final, também pelo módulo MOLA, que integrou os dois cenários desenvolvidos, buscando uma solução expressa em nosso Cenário Integrado. Optamos por usar pesos diferentes para cada cenário, buscando priorizar a identificação das áreas mais aptas para a conservação. Desta forma, o Cenário Agrícola recebeu peso 0.3 e o Cenário de Conservação o peso 0.7 na modelagem final.

O Cenário Integrado apresenta apenas uma das possíveis soluções para a superação de conflitos de uso entre áreas e também representa os limites e as compensações que nós inserimos no modelo.

4. RESULTADOS

4.1. *Uso da Terra*

O primeiro produto que geramos para a análise e simulação de cenários para a paisagem de Cerrado estudada foi o Mapa de Uso da Terra (Figura 26), que nos forneceu as informações básicas para a compreensão da distribuição espacial dos usos alocados na região e dos blocos de vegetação natural aí presentes. Para uma melhor compreensão das feições mapeadas é interessante consultar o material apensado neste trabalho, que traz algumas das principais paisagens encontradas nesta região de Cerrado.

O mapa de Uso da Terra apresenta nove classes de uso:

- *Cultura Permanente*: áreas antrópicas de uso agrícola com plantações de caju e dendê abandonadas, concentradas ao longo da BR 156, no eixo de acesso à cidade de Porto Grande;
- *Cultura Temporária*: áreas de uso agrícola onde é possível encontrar cultivos de subsistência, pecuária bovina em pastos plantados, algumas áreas com exploração de madeira e vegetação secundária, além de cultivo de grãos, entre os quais arroz, feijão e soja. Este tipo de uso é mais freqüente nas proximidades da cidade de Itaupal e entre as rodovias AP 070 e AP 340 (Fotos 10, 12, 13, 14, 15 e 16 do Apêndice);
- *Exploração Mineral*: áreas com exploração de areia ao longo da rodovia AP 070 (Foto 23 do Apêndice);
- *Silvicultura*: grande área de reflorestamento, com plantações de pinos, eucaliptos e teca próximo à cidade de Porto Grande (Fotos 17 e 18 do Apêndice);

- *Urbanizada*: áreas urbanas das cidades de Macapá, Santana, Itauba, Porto Grande e Ferreira Gomes, além de uma área usada como pista de pouso na APA do Rio Curiaú;
- *Vegetação Campestre*: área de savana, majoritariamente do tipo cerrado arbóreo-arbustivo, usada eventualmente para pecuária bovina (Fotos 1 e 3 do Apêndice);
- *Vegetação Campestre Inundável*: campos de inundação sazonal que, em alguns perímetros mais próximos a comunidades ou fazendas, são usados para pecuária bovina (Fotos 5, 11, 19, 24 e 25 do Apêndice);
- *Vegetação Florestal*: mata de galeria, ligadas aos cursos d'água, que recortam a paisagem de cerrado e se adensam especialmente ao longo dos rios Matapi, Araguari e Pedreira. Nestas áreas os principais usos são os pequenos cultivos de subsistência, o extrativismo vegetal de palmáceas e oleaginosas, alguma atividade de exploração de madeira e vegetação secundária (Fotos 2, 4 do Apêndice);
- *Água Continental*: rios e lagos da área de estudo.

Por este mapa, pudemos constatar que grande parte da área, 42,15%, está sendo usada para projetos de Silvicultura e que a Vegetação Natural Campestre, com usos secundários e não agrícolas, ocupa somente 25% da região.

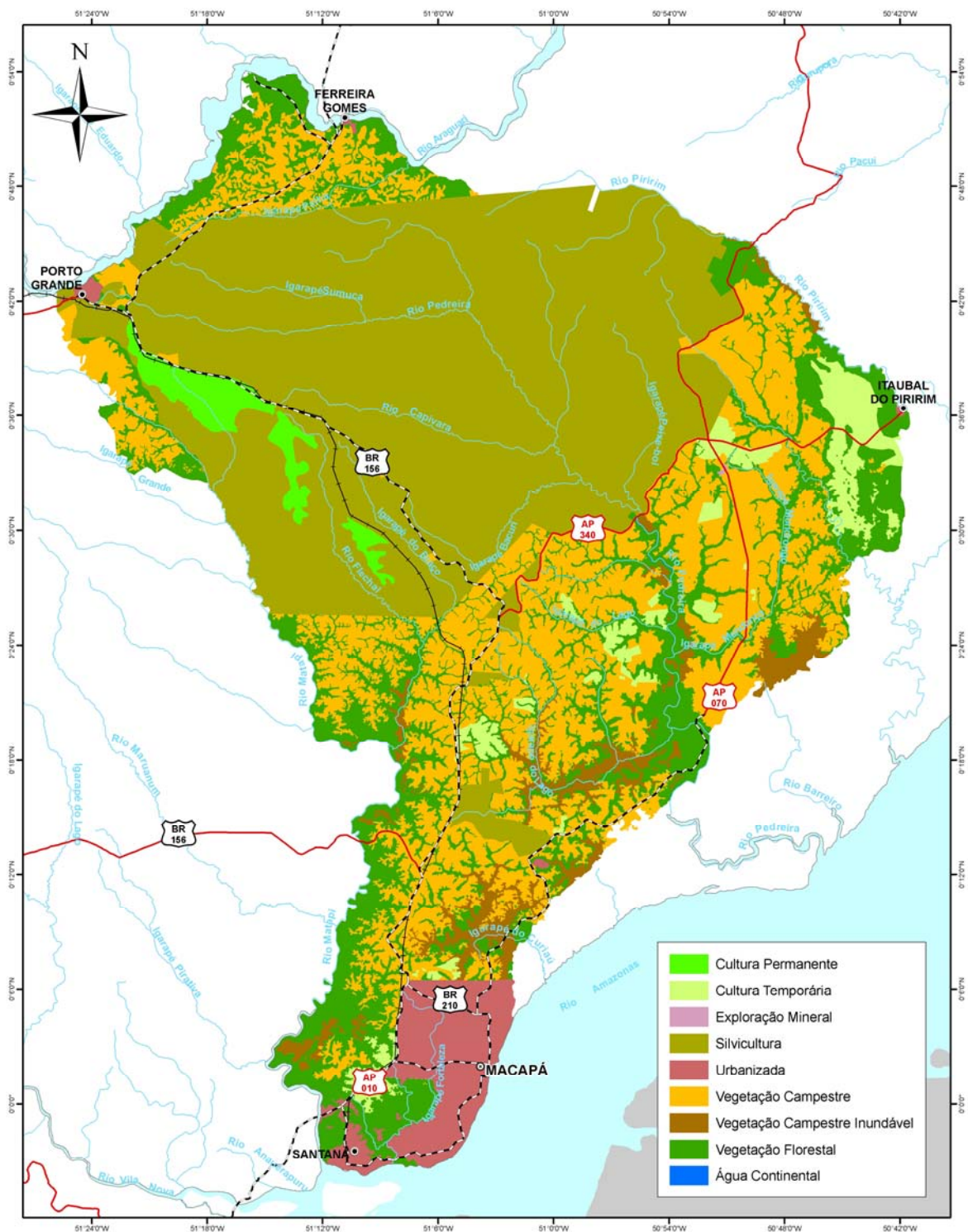


Figura 26: Mapa de Uso da Terra da Área de Estudo.

Se agruparmos os tipos de uso por categoria (Tabela 11) vamos perceber que quase metade da área está vinculada a usos agrícolas (47,25%), enquanto a outra metade permanece como vegetação natural (48,55%), com usos diversos, mas sem a substituição total da cobertura vegetal.

Tabela 11: Tipos de uso alocados na área de estudo.

<i>Tipo de Uso</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>%¹</i>	<i>Categoria</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>%²</i>
Cultura Permanente	7.819,80	1,82	Área		
Cultura Temporária	14.097,71	3,28	Antrópica	202.916,37	47,25
Silvicultura	180.998,86	42,15	Agrícola		
Vegetação Campestre	110.188,42	25,66	Vegetação Natural	208.492,37	48,55
Vegetação Campestre Inundável	14.307,12	3,33			
Vegetação Florestal	83.996,83	19,56			
Exploração Mineral	53,21	0,01	Área		
Urbanizada	17.677,72	4,12	Antrópica não Agrícola	17.730,93	4,13
Água Continental	306,58	0,07	Água	306,58	0,07
			Total	429.446,24	100,00

¹ Percentual do tipo de uso em relação à Área de Estudo

² Percentual da categoria em relação à Área de Estudo

4.2. Cenário Econômico de desenvolvimento agrícola

Após as etapas de modelagem pelo método OWA, que nos forneceu um mapa contínuo de aptidão da área de estudo (Figura 27), ainda foi necessário proceder à delimitação das regiões com maior nível de aptidão, que correspondesse às nossas metas para o Cenário Agrícola.

Como estipulamos que indicaríamos as melhores regiões para agricultura com área maior que três hectares e que chegasse até o limite de 279.000 hectares, que corresponde ao percentual da área de estudo menos a sua reserva legal, tivemos que retornar ao mapa contínuo para delimitar o maior intervalo de aptidão e separar de nosso resultado final as áreas muito fragmentadas, menores que nossa meta de área.

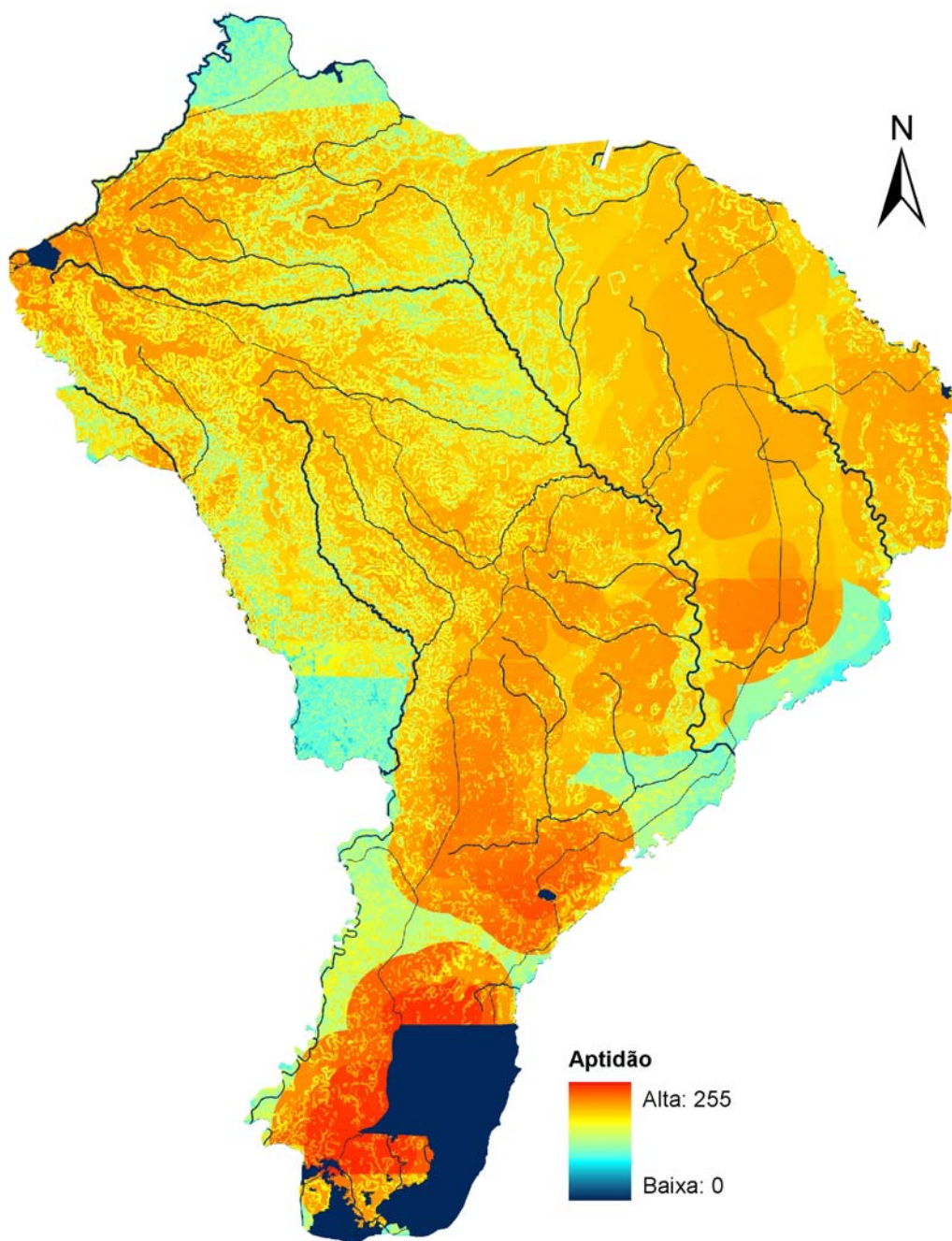


Figura 27: Mapa contínuo de aptidão agrícola.

Assim, analisamos o histograma do resultado do MCE-OWA para o Cenário Agrícola e pudemos perceber que existia uma concentração de células no intervalo de aptidão entre 180 a 220 (Figura 28). Como nos interessa separar o maior número de células com grande aptidão para atividade agrícola, resolvemos reclassificar a imagem de saída para manter apenas as células com valores superiores a 180, usando este valor como o limiar de alta aptidão para este modelo.

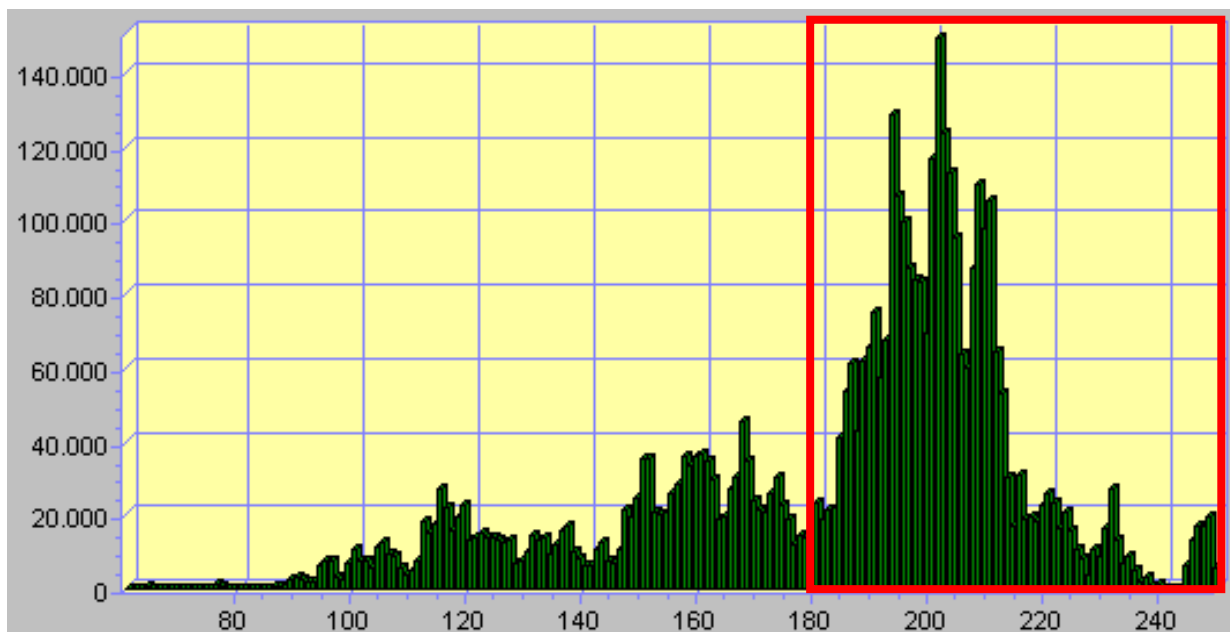


Figura 28: Histograma do mapa contínuo de Aptidão Agrícola. O eixo horizontal corresponde aos níveis de aptidão e na vertical está a quantidade de células.

O resultado do MCE-OWA foi então reclassificado para excluir das possibilidades de escolha todos os valores que estivessem fora do intervalo de aptidão definido acima, gerando uma saída de características booleanas.

Em seguida, as células foram agrupadas, para permitir o cálculo de superfície, e suas áreas foram calculadas em hectares, para facilitar a escolha das áreas contínuas mais aptas.

Desta forma, as áreas contínuas acima de três hectares foram separadas das possibilidades de alocação de projetos agrícolas, sendo o resultado do Cenário Agrícola.



Figura 29: Cenário Agrícola.

Ao final da modelagem chegamos a uma área de 287.383,14 hectares com as características adequadas à implantação de projetos agrícolas, que corresponde a 67% da área de estudo, constituindo-se no nosso mapa final do Cenário Agrícola.

4.3. Cenário de Conservação

As etapas de modelagem pelo método OWA nos forneceu um mapa contínuo de aptidão da área de estudo para o tema conservação (Figura 30), mas, para identificarmos as melhores áreas para os objetivos deste cenário, ainda foi necessário delimitar as regiões com maior nível de aptidão, que correspondesse às nossas metas para o Cenário de Conservação.

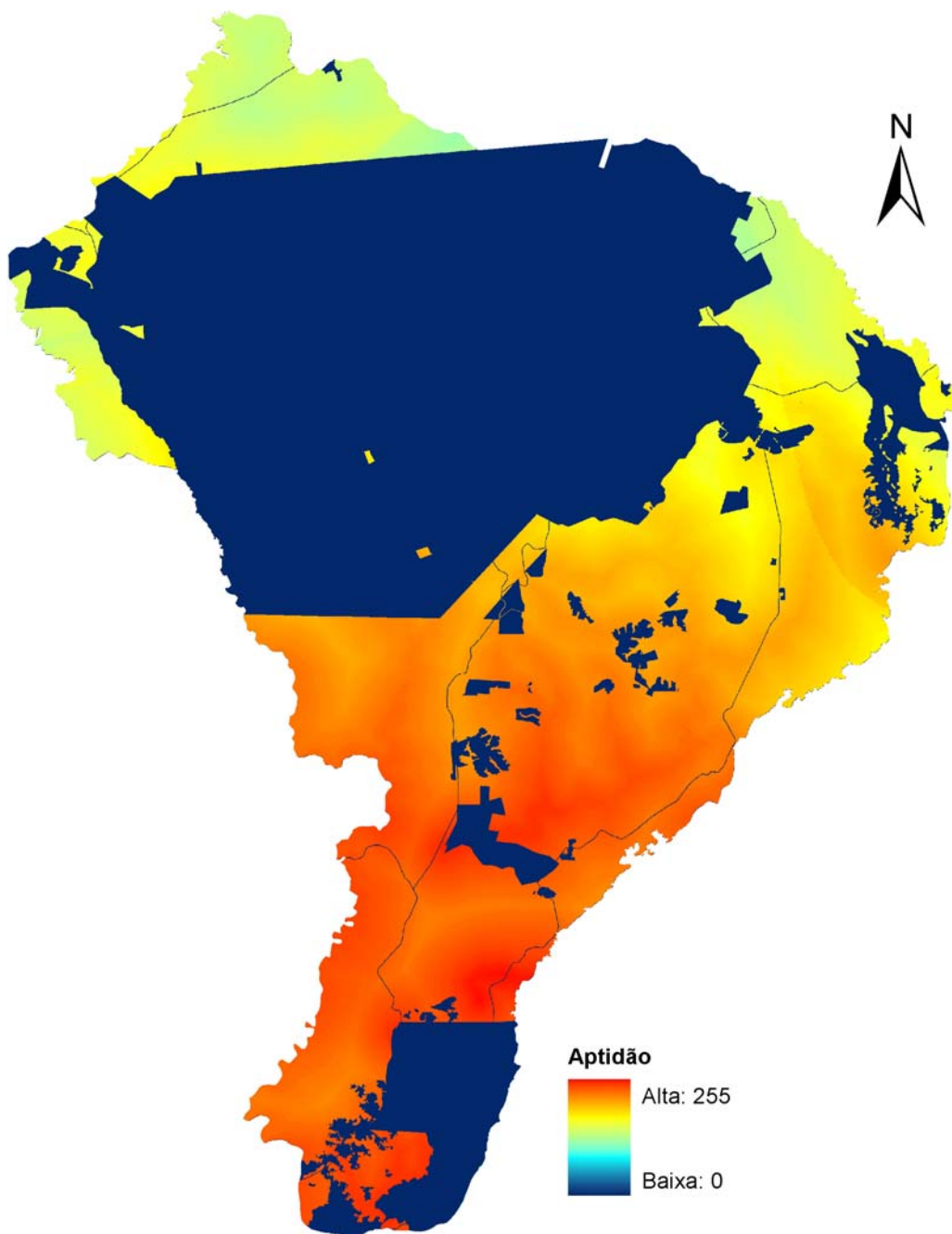


Figura 30: Mapa contínuo de aptidão para conservação.

Definimos que indicáramos 150.000 hectares que precisariam ser conservados na região de estudo, o que corresponde aos 35% da área. Para definir as melhores áreas para este fim retornamos ao mapa contínuo, resultante do MCE-OWA, para delimitar o maior intervalo de aptidão que responda por nossa meta.

Analizamos o histograma do resultado do MCE-OWA para o Cenário de Conservação e verificamos que existe uma distribuição um tanto contínua de células, indicando pouca variação espacial entre fatores, que se adensa no intervalo que vai de 220 a 240. Como nos interessa separar as células com maior aptidão para conservação que correspondam a nossa meta, resolvemos reclassificar a imagem de saída e ampliar o intervalo de aptidão, para chegarmos o mais próximo de 35% da área. Assim, definimos o intervalo de aptidão de 180 e 255 para permitir a aproximação da meta de área deste modelo.

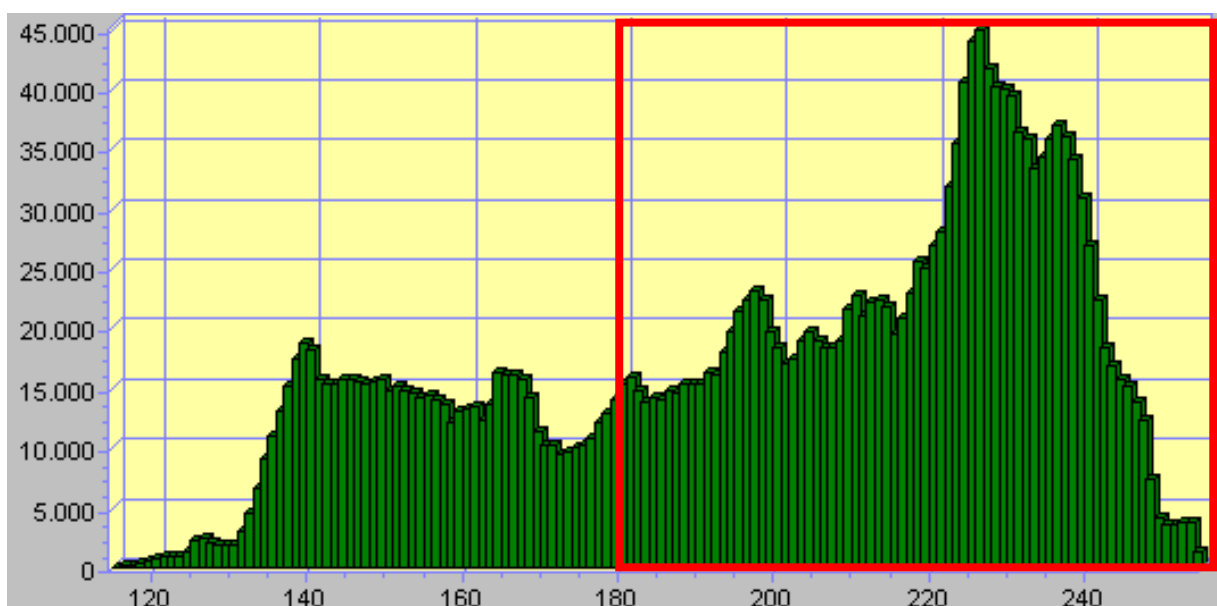


Figura 31: Histograma do mapa contínuo de aptidão para conservação. O eixo horizontal corresponde aos níveis de aptidão e na vertical está a quantidade de células.

O resultado do MCE-OWA foi reclassificado para excluir das possibilidades de escolha todos os valores que estivessem fora do intervalo de aptidão definido acima, gerando uma saída de características booleanas.

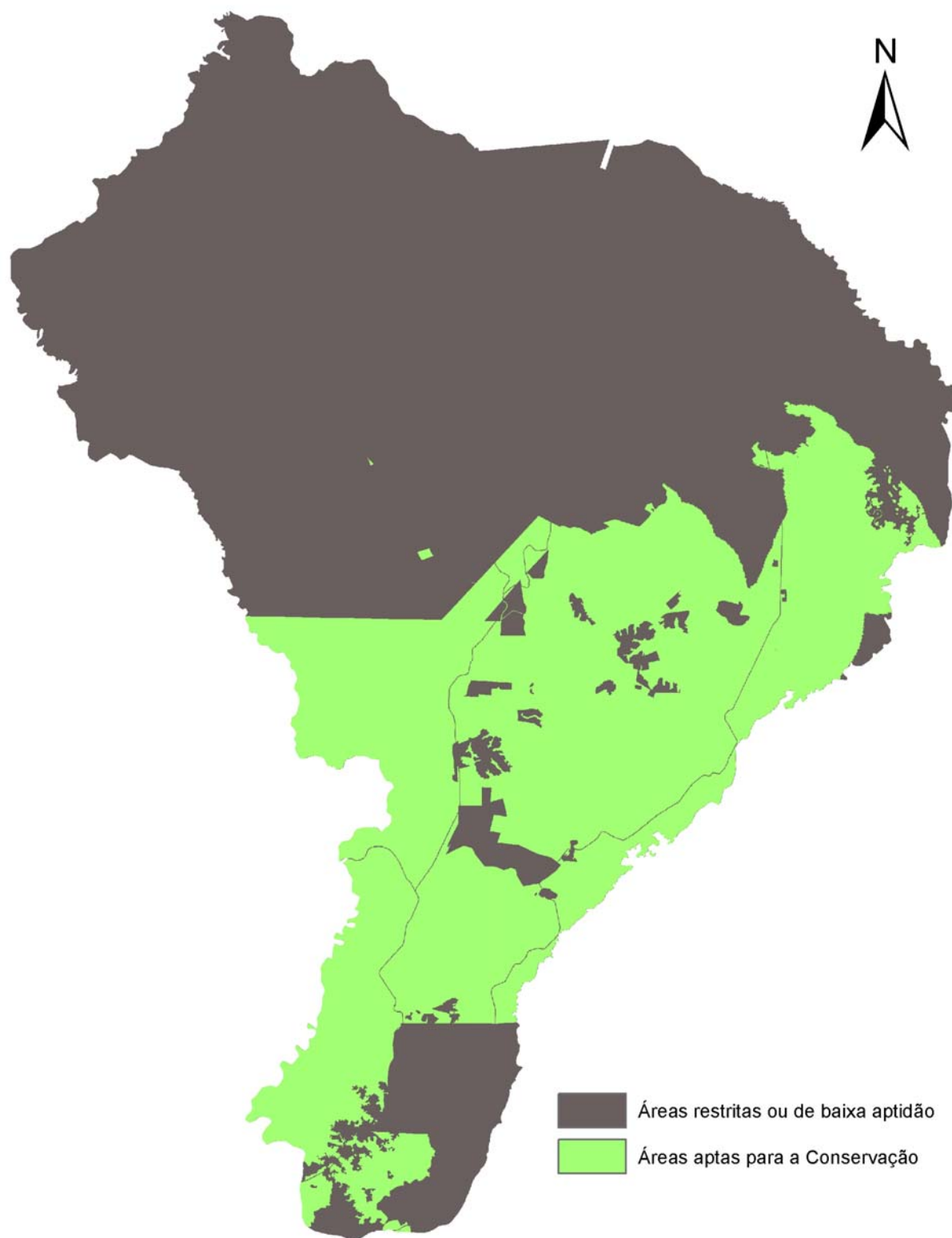


Figura 32: Cenário de Conservação.

Ao final da modelagem chegamos a uma área de 147.800,97 hectares com as características adequadas para projetos de conservação, que corresponde a 34,5%

de nossa área de estudo, bem próxima da meta estabelecida, constituindo-se em nosso mapa final do Cenário de Conservação.

4.4. Cenário Integrado

Antes de se passar para a construção de um cenário final, que integrasse os diferentes objetivos propostos pelo estudo, os Cenários Agrícola e de Conservação foram hierarquizados, para se escolher os intervalos de maior aptidão, e foi elaborado um mapa que buscou identificar áreas conflitantes, ou de sobreposição, entre este dois cenários. O objetivo foi encontrar uma solução consensualizada, onde a aptidão de cada cenário fosse maximizada, a partir da simulação de várias interações entre eles, até se chegar a um resultado mais adequado.

Como resultado, tivemos a produção de uma imagem de classificação cruzada com quatro classes:

- Áreas com menor aptidão para os usos propostos (0 | 0)
 - 186.464,56 ha, 43,4% da área de estudo;

- Áreas aptas apenas para uso agrícola (1 | 0)
 - 92.992,27 ha, 21,7% da área de estudo;

- Áreas aptas apenas para conservação (0 | 1)
 - 76.467,11 ha, 17,8% da área de estudo;

- Áreas de conflito, aptas para ambos objetivos (1 | 1)
 - 73.441,87 ha, 17,1% da área de estudo;

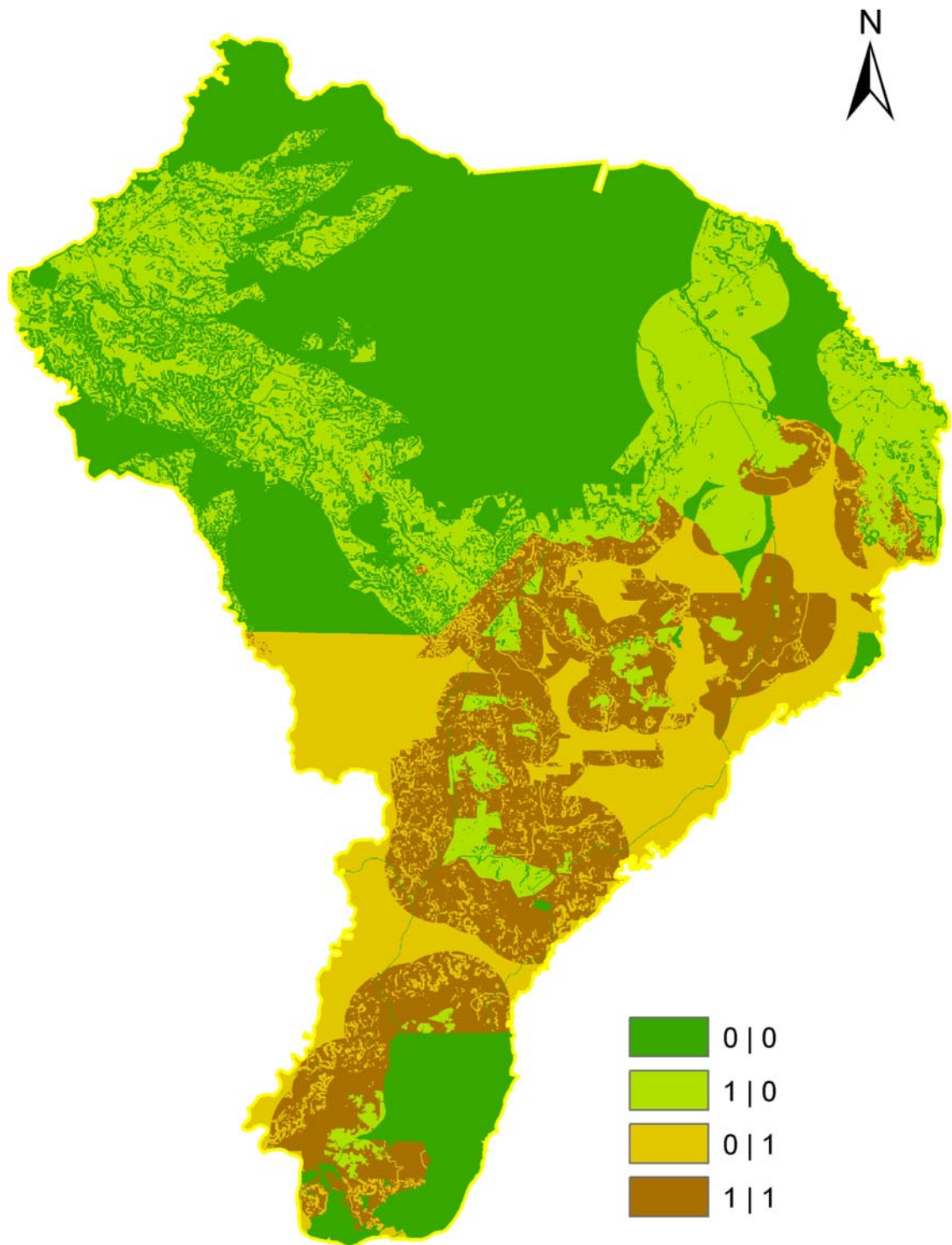


Figura 33: Mapa de Conflitos de usos entre os Cenários Agrícola e de Conservação.

Já o resultado do Cenário Integrado foi um mapa de aptidão para os dois objetivos trabalhados nesta pesquisa, que buscou uma solução de consenso entre objetivos conflitantes respeitando as metas de área estabelecidas.

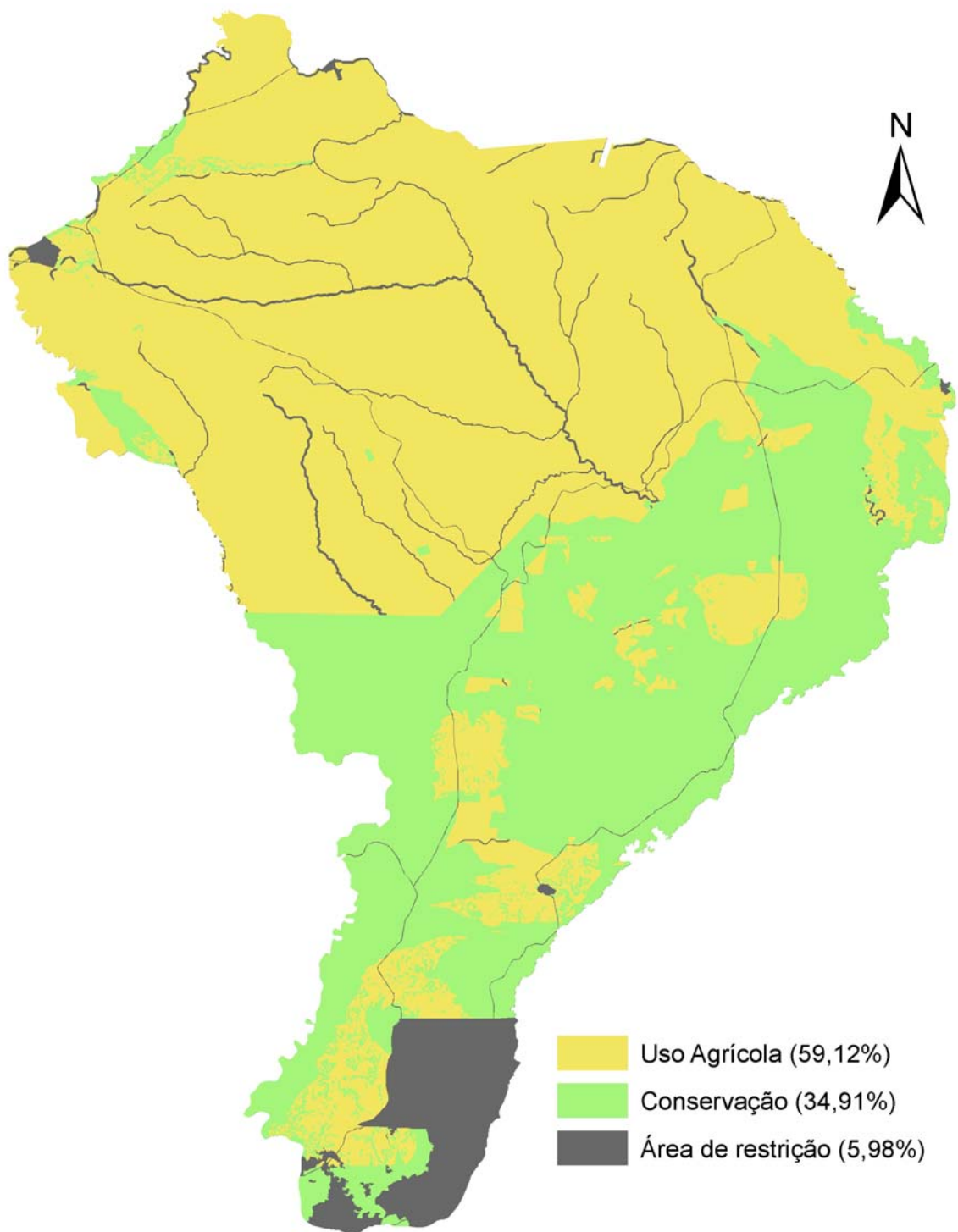


Figura 34: Mapa Integrado.

Esta modelagem identificou as células mais aptas para os objetivos propostos e nos indicou uma área de 253.749,96 hectares para uso agrícola e 149.825,70 hectares para conservação, o que equivale a 59,1% e 34,9% da área de estudo, respectivamente. Além disso, o resultado final nos mostrou que aproximadamente 6% da área, o equivalente a 25.662,15 hectares, seriam inaptas para qualquer um dos usos propostos, de acordo com os critérios adotados na modelagem.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste estudo, buscamos trabalhar com um método de modelagem em ambiente SIG que nos permitisse identificar áreas de aptidão para objetivos diferentes, além de simular a integração destes objetivos em um modelo final, onde as possíveis áreas de conflito poderiam ser mapeadas e consensualizadas, de acordo com os critérios e as metas estabelecidas.

A princípio, mapeamos o Uso da Terra na área de estudo, que nos mostrou que o percentual de áreas antrópicas de uso agrícola é bastante considerável, chegando quase à metade da área. No entanto, essa estimativa é elevada pela vasta área do Projeto de Silvicultura da Amapá Florestal e Celulose S.A, que representa mais de 40% do total. A área usada para a agricultura de caráter permanente ou temporário é relativamente pequena, abrangendo pouco mais de 20 mil hectares, parte dela com culturas abandonadas há bastante tempo e outra parte usada para recentes projetos de cultivo de grãos.

Existe uma concentração de comunidades nas bordas de áreas de vegetação florestal, que costumam ser bastante usadas para a extração de diversos produtos. Em geral, a subsistência destas comunidades é garantida por essas atividades extrativistas e pela manutenção de pequenos cultivos de caráter familiar, cujo excedente é comercializado. Em algumas áreas as atividades de lazer também colaboram para incremento de renda, pela possibilidade de oferecimento de serviços. Qualquer projeto de desenvolvimento para esta área precisa considerar os potenciais conflitos por oferta de terra que a expansão de um modelo agrícola em extensas áreas pode gerar em relação às comunidades locais, além de valorizar a disposição que estas comunidades demonstram ter para o desempenho de várias e diferentes atividades de forma concomitante.

Pudemos identificar nesta região algumas pressões que carecem de um tratamento mais imediato e devem ser consideradas em políticas de desenvolvimento local, para que não causem, posteriormente, danos difíceis de ser reparados ou mesmo irreversíveis para as paisagens de Cerrado locais. Entre essas pressões estão a criação de búfalos, desenvolvida nos campos inundáveis da APA do Rio Curiaú, que precisa ser regulada para minimizar impactos; o uso de áreas de balneários de forma desordenada, gerando o lançamento de dejetos nos principais cursos d'água da região; a utilização indevida de áreas ao longo das rodovias, em

especial da AP 070, como depósitos de lixo; e a exploração não regulada de areia, também ao longo da AP 070. É certo que essas pressões não ocorrem de maneira generalizada nem em grande escala, tendo ocorrências mais pontuais. No entanto, elas indicam a ausência do exercício da competência reguladora dos agentes públicos responsáveis, mesmo quando existem instrumentos e/ou procedimentos indicados para ordenar o uso. No ritmo de crescimento populacional e intensificação de ocupação da área, estas pequenas pressões podem vir a ser grandes problemas se não forem consideradas adequadamente.

Neste estudo, é importante observar que tivemos três resultados distintos, correspondendo aos cenários mapeados, que podem ser analisados de maneira individual ou como etapas de um mesmo processo. Isso porque os dois primeiros cenários – agrícola e de conservação – foram modelados de forma independente, respondendo a critérios e metas específicas. Eles constituem, portanto, duas indicações de aptidão para a área de estudo, onde as melhores áreas para cada objetivo foram identificadas e não necessariamente serão equivalentes às áreas apontadas no cenário final, dada a possibilidade de estabelecer consensos neste último modelo. Por isso, encontramos valores diferentes de áreas indicadas para os usos específicos nos dois primeiros cenários e no cenário de integração.

De maneira geral, conseguimos atingir as metas estabelecidas em cada cenário:

- *Cenário Agrícola*

Foram identificadas 67% de áreas de grande aptidão, com células maiores que 3 ha e contigüidade espacial, adequadas à implantação de projetos agrícolas.

Aqui, como nos demais cenários, os critérios escolhidos, o peso atribuído a cada critério e a hierarquização entre eles definiram os resultados alcançados. Neste cenário, nossa escolha foi a de tentar definir áreas para agricultura que estivessem o mais próximo possível das áreas que atualmente estão sendo usadas para este fim, por isso foi atribuído um peso maior ao critério de Proximidade de Cultivo, na combinação de fatores. O objetivo foi o de buscar contigüidade e proximidade de áreas indicadas para o desenvolvimento agrícola, com a perspectiva de incentivar projetos de consolidação e/ou ampliação de pólos agrícolas, mas também com a

preocupação de não estimular a conversão das áreas de vegetação natural existentes na região para este fim.

Os critérios escolhidos como entrada para o modelo foram eficientes para nos dar um cenário geral de aptidão da área, de acordo com características físico-ambientais e locacionais, o que foi interessante para uma análise inicial da região. No entanto, para o planejamento de projetos agrícolas vários outros fatores teriam que ser considerados, dependendo do tipo de projeto que se pretendesse implantar.

Desta forma, se quiséssemos detalhar esta modelagem para encontrar as melhores áreas para projetos de manejo primitivo de ciclo curto ou longo precisaríamos considerar a relevância da fertilidade do solo e dar maior peso ao fator de declividade para termos um bom resultado. Mas, se nossa intenção fosse indicar boas áreas para agricultura feita por manejo desenvolvido, os fatores climáticos seriam indispensáveis para a modelagem. Além disso, vários outros fatores, como a existência de práticas de manejo comunitário, localização de áreas suscetíveis ao fogo, áreas de pedregosidade, entre outros que pudessem ser espacializados, poderiam constituir-se como fatores para definição de áreas de aptidão.

Isso significa que o detalhamento de objetivos pode requerer uma nova abordagem e que os resultados aos quais chegamos são mais adequados numa escala de planejamento regional, onde se trabalha com objetivos mais gerais. Um subproduto que poderia ser derivado deste cenário seria a definição de áreas aptas para diferentes culturas, dentre aquelas que apresentaram maior nível de aptidão agrícola.

- *Cenário de Conservação*

No segundo cenário chegamos bem perto dos 150 mil hectares pretendidos, delimitando 34,5% da área com características ideais para a conservação, com maior concentração na região Sul da área de estudo. Nesta modelagem, os critérios escolhidos como favoráveis para a definição de aptidão foram critérios locacionais de proximidade, o que levou a concentração de áreas de grande aptidão.

Como toda a região de estudo já apresentava algum tipo de uso e ocupações consolidadas ou em consolidação, desde o início da modelagem do Cenário de Conservação buscamos a identificação de áreas próximas àquelas que legalmente

precisariam ser conservadas ou submetidas a alguma restrição de uso. Esse é o caso das áreas localizadas próximas àquelas destinadas à conservação como as Áreas de Preservação Permanente e as Unidades de Conservação existentes, pois tal perspectiva indicaria áreas contínuas que pudessem ser integradas pelas políticas de gestão ambiental.

As características da área de estudo, que está inserida entre os principais eixos de crescimento urbano do Amapá, onde estão diversas comunidades e sendo uma área fortemente pressionada pela necessidade de expansão agrícola, faz com que a criação de novas unidades de conservação tenha que necessariamente considerar esse aspecto. Talvez, o menos indicado seja a criação de áreas de conservação integral, que possuem altos níveis de restrição à presença humana. Nesta região, qualquer iniciativa neste sentido certamente geraria conflitos e poderia não ter bons resultados para objetivos conservacionistas. Por isso, a escolha dos critérios favoráveis ainda levou em conta a existência de comunidades quilombolas e áreas de lazer, buscando uma solução final que aproximasse as áreas de conservação destas localidades, permitindo o amadurecimento de propostas de conservação pautadas no uso equilibrado de recursos ambientais.

Contudo, as áreas indicadas no Cenário de Conservação não são necessariamente indicadas para a criação de unidades de conservação. Apesar de este ser um modelo bem consolidado de proteção ambiental e uso sustentável de recursos naturais, é importante ter claro que ele não é a única alternativa quando se pensa em conservação ambiental. Na verdade, outros arranjos territoriais já vêm se esboçando nesta área, com a delimitação e reconhecimento legal de Territórios Quilombolas (IMENA, 2005), que podem – e devem – ser considerados como estratégicos para as políticas ambientais do estado. Por isso, talvez seja mais interessante planejar alternativas de desenvolvimento aliadas à conservação ambiental para essas comunidades, respeitando suas características culturais e suas territorialidades, do que propor novas formas de organização de seu espaço.

Esta pode ser uma boa alternativa para promover a manutenção e/ou recuperação da integridade ambiental de parte do ecossistema de savanas amazônicas no Amapá, além de favorecer o manejo integrado e sustentável de seus recursos.

A modelagem deste cenário careceu de outros critérios que representassem aspectos relevantes da biodiversidade local, como dados de distribuição, refúgios ou

zonas de dispersão de espécies de fauna e flora e fatores de endemismo, por exemplo. No entanto, ainda existe uma lacuna de dados de biodiversidade para este ambiente, sendo poucos os estudos, levantamentos ou catalogações realizadas na área. Uma alternativa usual para esta carência de dados de biodiversidade, quando se trabalha com ambientes heterogêneos, poderia ser a utilização da tipificação fisionômica como um critério. No entanto, nossa área de estudo corresponde, quase completamente, a uma única fisionomia vegetal: o cerrado arbóreo-arbustivo, o que tornaria esse critério pouco significativo na estruturação do modelo.

- *Cenário Integrado*

Neste nosso cenário final conseguimos manter o percentual de área proposta para a conservação (34.9%), ainda concentrada na região sul, mas com blocos mais dispersos nas proximidades dos rios Matapi, Araguari e Píririm. No entanto, tivemos uma diminuição na área destinada ao uso agrícola para 59,1% da área de estudo, o que se justifica pelo maior peso que foi dado ao Cenário de Conservação durante o processo de alocação de objetivos. Apesar disso, a contigüidade espacial das áreas para uso agrícola foi mantida em grande parte, permitindo facilmente a indicação de pólos para o desenvolvimento agrícola da região.

Um dos resultados mais interessantes do processo de modelagem está na identificação de regiões de conflito entre objetivos (Figura 33), que representa bem o tipo de situação que demanda uma tomada de decisão. Neste mapeamento, identificamos que aproximadamente 17% da área de estudo apresentavam grande aptidão tanto para agricultura, quanto para conservação. Em nossa modelagem optamos por dar maior peso aos objetivos de conservação, por isso, no cenário final grande parte desta região de conflito passou a ser indicada para fins conservacionistas. Esta é uma vantagem do método MCE/MOLA, que consegue ser moldado para as necessidades do planejamento e da tomada de decisão, servindo não apenas para integrar aspectos técnicos, mas também características de políticas que podem direcionar algumas escolhas.

O resultado final deste trabalho aproxima-se de um zoneamento, na medida em que compartimenta o espaço regional em porções territoriais e aponta para a indicação de áreas para usos específicos, a partir de critérios considerados relevantes para os objetivos pretendidos, adotando um método próprio de integração

de dados. Contudo, ele se diferencia de alguns métodos usuais, como o Zoneamento Ecológico-Econômico - ZEE, por exemplo, por permitir o atendimento de interesses de grupos diversos, de forma participativa e aberta, além de ser flexível na escolha dos parâmetros de alimentação dos modelos, o que o torna facilmente adaptável a planejamentos em diversas áreas de aplicação. Além disso, o método parte do princípio que metas específicas devem ser previamente definidas para que as demandas e anseios setoriais sejam atendidos em um processo participativo e flexível.

O ZEE, apesar de se constituir num importante instrumento político e técnico de planejamento, que tenta organizar o território como expressão espacial de diversas políticas, “racionalizando o seu uso e ocupação” (BECKER & EGLER, 1996), apresenta um método que exige muito esforço, recursos técnicos e financeiros, além de bastante tempo para ser desenvolvido. Além disso, as suas proposições finais, expressas em quadros de potencialidade e vulnerabilidade, são bastante rígidas, correndo o risco de tornarem-se artificiais e ineficazes para o planejamento. Isto porque elas podem estar desconectadas da dinâmica dos múltiplos vetores sociais, políticos e econômicos que regulam os usos do território em uma região, parecendo estar em descompasso com as recentes tendências de flexibilização das políticas públicas (COSTA, 2008). Por isso, ele parece ser mais eficiente para definições macroestratégicas de ordenamento do território, tendo pouco uso direto para planejamentos em maiores escalas, que exigem a consideração de aspectos mais específicos e uma maior possibilidade de adaptação às dinâmicas locais. Para estes casos, métodos mais flexíveis, como o apresentado neste estudo, podem ser mais adequados para planejamentos territoriais ou definições de áreas de uso com objetivos e metas mais bem delimitados.

A região analisada nesta pesquisa faz parte do Projeto de Ampliação do Zoneamento Ecológico-Econômico para a região Centro-Norte do Amapá, que está em processo de atualização de dados coletados para o detalhamento da proposta de zoneamento do Estado, na escala 1:250.000. Contudo, esta área, como todo o macroambiente de Cerrado no Amapá, já possui algumas orientações para o seu desenvolvimento, estabelecidas pela Lei Estadual n°. 919/2005, que trata da Política de Gestão e Ordenamento Territorial do AP.

Esta lei não define usos ou tipos de ocupação indicadas ou restritas para o Cerrado ou para qualquer outro macroambiente do estado, mas traz algumas

diretrizes de ação que devem nortear as políticas públicas a serem adotadas na região. Para o Cerrado, ela estabelece que deva ser controlado o desenvolvimento de atividades que possam causar danos irreversíveis à paisagem natural ou causar coação ao modo de vida das populações tradicionalmente estabelecidas. A lei também traz como diretrizes a implantação de medidas que garantam a criação de unidades de conservação em áreas representativas do ecossistema de Savanas Amazônicas no Amapá e o incentivo para que a produção agrossilvipastoril em cerrado priorize a regionalização de outras conexões produtivas, voltadas à agregação de maior valor social.

Isso mostra que nossas proposições de cenários, em especial nosso Cenário Integrado, estão em consonância com a tendência regional de ordenamento para o ambiente de Cerrado. Este cenário pode mesmo ser considerado uma proposta de ordenamento territorial para atender a objetivos agrícolas e de conservação da área estudada, porém, ele assimila a fragilidade do método usado, sendo apenas uma das muitas opções de alocação de usos possíveis.

Isso significa que, se mudássemos os critérios usados na modelagem, ou mesmo se atribuísssemos a eles pesos e hierarquias diferentes, poderíamos ter um resultado completamente diverso do que tivemos. Desta forma, podemos considerar que o ordenamento proposto será tão adequado para a área quanto foram os critérios adotados e as regras de combinação escolhidas. Esta é uma premissa que sempre vai acompanhar a construção de cenários pelo método MCE/MOLA. Por isso, buscamos aqui, mais que apresentar uma proposta final a ser usada por tomadores de decisão ou na definição de políticas públicas, propor a adoção de novos instrumentos para a elaboração de planos que venham a integrar as expectativas de desenvolvimento local a bases técnicas confiáveis para o ordenamento de territórios.

O método MCE/MOLA apresenta características que o tornam bem eficiente para a utilização como um instrumento de planejamento territorial e poderia ser muito útil para auxiliar em rotinas da gestão ambiental, como as atividades de licenciamento e definição de zoneamentos, por exemplo. A sua flexibilidade é uma grande vantagem, por permitir acomodar diferentes visões e demandas de setores da sociedade local, mas também por facilitar a incorporação dos resultados à dinâmica dos planejamentos, que precisam ser periodicamente revistos. Os dados usados nos cenários propostos neste estudo, assim como as informações espaciais

de forma geral, variam com o tempo e, para que possa subsidiar planos territoriais, precisam ser atualizadas de forma periódica.

Uma limitação que precisa ser considerada no processo de avaliação de múltiplos critérios é a subjetividade da definição dos pesos e a escolha das variáveis, que podem gerar cenários bem diferentes. Quando aplicado em planejamentos e processos de tomada de decisão, o ideal é que o método seja desenvolvido através de consultas e negociações com diferentes setores envolvidos com os objetivos que se pretende atender. Desta forma, a escolha dos critérios, os pesos dos mapas usados para compor os cenários e a sua combinação podem ser definidos a partir de reuniões técnicas, questionários ou outro tipo de consulta, onde diferentes atores, com conhecimentos e/ou interesses relacionados aos objetivos, possam opinar, tornando o processo mais democrático.

6. CONCLUSÕES

No trabalho apresentado aqui buscamos avaliar a pertinência da abordagem multicriterial como uma ferramenta para o planejamento territorial de caráter ambiental, que seja capaz de propor soluções para a superação de conflitos no ordenamento de terras. Também tínhamos como finalidade mapear os tipos de uso da terra encontrados na área e propor um ordenamento territorial pautado em dois objetivos: o desenvolvimento agrícola e a conservação de áreas, buscando indicar espaços territoriais com as maiores aptidões para cada um destes usos.

Pelo mapeamento de Uso da Terra constatamos que maior parte da área já apresenta usos bem definidos, sendo que, até as regiões de vegetação natural são exploradas para atividades complementares das comunidades que vivem nestes ambientes.

Na modelagem de cenários, pudemos apresentar um mapa de ordenamento e alocação dos dois objetivos pretendidos, indicando quase 60% da nossa área de estudo como muito aptas para o desenvolvimento de atividades agrícolas e identificado cerca de 35% de áreas com características propícias para projetos de conservação, que priorize o envolvimento das comunidades locais e o uso sustentável dos recursos.

Também tivemos a oportunidade de testar o método de Avaliação por Múltiplos Critérios, estimando suas vantagens e limitações para a utilização como ferramenta técnica para o planejamento ambiental. Chegamos à conclusão que ele se adéqua bem a várias aplicações, por conta de sua capacidade de comportar vários e diferentes fatores e pela possibilidade de ampliação da participação de atores diretamente envolvidos nas decisões (planejadores públicos, investidores, população local, técnicos, entre outros) na escolha das variáveis e seus pesos para resolver um problema típico de definição espacial do uso do solo. No entanto, alertamos que a adequação deste método para proposta de ordenamento do uso e ocupação de territórios estará sempre muito relacionada à escolha dos critérios adotados e das regras de combinação escolhidas, sendo estas as etapas que devem exigir maior esforço e atenção.

Na escolha dos critérios, a disponibilidade de informações sistematizadas é um fator importante, que pode ser limitado pelas lacunas de estudos que ainda existem para esta região. Por isso, é urgente e necessário o esforço para a

realização de pesquisas para o maior conhecimento da biodiversidade da área analisada nesta pesquisa, sua identificação, distribuição e influência mútua no ambiente, para melhor direcionar as políticas ambientais para a região. Também existe a carência de estudos que tratem da interação ecológica entre os ambientes florestais de terra-firme, savaníticos e os de influência costeira ou fluviomarinha no Amapá, para se estimar o quanto determinadas atividades em um ambiente podem afetar o outro, numa perspectiva sistêmica de planejamento. Ainda na temática de impactos ambientais, são necessários mais trabalhos que tentem mensurar e avaliar as conseqüências ambientais do uso de defensivos químicos em projetos agrícolas no cerrado, especialmente naqueles mais próximos dos principais cursos d'água da região. E por fim, dentre as várias possibilidades de estudos que a complexidade da área demanda, uma questão interessante, e bastante relevante para aplicações em políticas públicas, seria a tentativa de buscar modelos alternativos de desenvolvimento local, integrados à conservação ambiental, que consigam valorizar as características culturais que as comunidades do Cerrado apresentam, sendo este um verdadeiro desafio.

Neste estudo, tentamos começar a trabalhar neste desafio, apresentando um método que pode ser usado em propostas que busquem este tão ansiado desenvolvimento integrado e sustentável, a partir da modelagem de cenários pautados nas tendências atuais de desenvolvimento para a região de análise, mas trabalhamos com a proposição de apenas dois tipos de uso para a área. É claro que um ordenamento territorial, adotado como uma política pública regional, necessitaria da integração de muitas outras variáveis e apresentaria um número bem maior de objetivos a serem alcançados. Aqui apenas simulamos cenários a fim de testar o potencial do método MCE/MOLA para aplicações em planos territoriais que fundamentem a tomada de decisão e estamos propondo este método como uma alternativa adequada para o uso técnico dos agentes públicos responsáveis pelas políticas ambientais, sem a pretensão de que os resultados dos nossos cenários pautem qualquer tipo de ordenação local.

No entanto, esperamos que a abordagem integradora que exercitamos aqui, ao combinar o crescimento econômico e a manutenção das potencialidades ambientais, seja um desafio assumido por pesquisadores, planejadores e políticos, na difícil, mas relevante tarefa de estruturar uma concepção na qual os objetivos das

propostas de conservação dos recursos naturais não sejam considerados como necessariamente contraditórios às metas do desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

AMAPÁ, Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá – IEPA. **Base de dados geográficos do Amapá**. Divisão de Geoprocessamento/Centro de Ordenamento Territorial/IEPA. Macapá: IEPA, 2006.

AMAPÁ, Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA. **Base Cartográfica do Amapá**. Divisão de Geoprocessamento/SEMA. Macapá: SEMA, 2005(2).

AMAPÁ, Secretaria Especial de Desenvolvimento Econômico, Secretaria Especial de Desenvolvimento da Gestão. **Atividades Potencialmente Dinâmicas para o Desenvolvimento Socioeconômico do Estado do Amapá**. Relatório Final. Macapá: GEA, 2004.

AMAPÁ. **Lei Estadual nº 0919, de 18 de agosto de 2005 – Dispõe sobre o ordenamento territorial do Estado do Amapá e dá outras providências**. 2005(1). Disponível em: <http://www.al.ap.gov.br>. Acesso em novembro de 2008.

AZEVEDO, L.G. **Tipos eco-fisionômicos de vegetação do Território Federal do Amapá**. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, 29(2):25-51, 1967.

BARRETO, P. *et. al.* **Pressão humana na floresta amazônica brasileira** (Human pressure on the Brazilian Amazon Forest Biome). Tradução de Gláucia Barreto e Tatiana Veríssimo. Belém: WRI; Imazon, 2005.

BATES, J. M.; G. J. Tello; J. M. C. Silva. **Initial assessment of genetic diversity in ten bird species of South American Cerrado**. Studies on Neotropical Fauna and Environment **38**:87-94, 2003.

BECKER, B. K.; EGLER, C. A. G. **Detalhamento da metodologia para execução do ZEE pelos estados da Amazônia Legal**. Rio de Janeiro: LAGET/UFRJ/SAE-PR, 1996.

BINSZTOK, J. **Principais vertentes (escolas) da (des) ordem ambiental**. In: SANTOS, M *et. al.* Território, territórios: ensaios sobre ordenamento territorial. Rio de Janeiro: DP&A, 2006. 2.ed. p. 315 – 331.

BRASIL, Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. Folha NA/NB 22. Macapá. **Mapa de Aptidão Agrícola dos Solos**, escala 1:1.000.000. Rio de Janeiro: DNPM, 1974.

BRASIL, Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. **Para pensar uma política nacional de ordenamento**

territorial: anais da Oficina sobre a Política Nacional de Ordenamento Territorial, Brasília, 13-14 de novembro de 2003. Brasília: MI, 2005.

BRASIL. **Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 – Código florestal.** 1965. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/conama>. Acesso em outubro de 2008.

BRITO, D. C. **Aplicação do Sistema de Modelagem da Qualidade da Água QUAL2KW em Grandes Rios: O Caso do Alto e Médio Rio Araguari – AP.** 2008. 144 p. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical), Universidade Federal do Amapá, Macapá, Amapá, 2008.

CARVALHO, G. **Oiapoque:** uma parábola na floresta - estado, integração e conflitos no extremo norte da Amazônia brasileira. Dissertação de Mestrado. Belém: NAEA/UFPA, 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais.** São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

COLE, M. M. **The savannas of South America.** Biogeography and Geobotany. Academic Press: London, 1986.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 303, de 20 de março de 2002** – Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/conama>. Acesso em outubro de 2008.

COSTA, W. M.; Ordenamento Territorial e Amazônia: Vinte anos de experiência de Zoneamento Ecológico e Econômico. In: BATISTELLA, M.; MORAN, E. F.; ALVES, D. S. (orgs.). **Amazônia: Natureza e Sociedade em transformação.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, p. 241 a 275, 2008.

DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.(*et al.*), **Análise Espacial de Dados Geográficos.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004.

EASTMAN, J. R. **IDRISI for Windows:** Introdução e Exercícios tutoriais. Editores da versão em português, Heinrich Haseniack e Eliseu Weber. Porto Alegre, UFRGS Centro de Recursos Idrisi, 1998.

STCP Engenharia de Projetos LTDA. **Relatório Final do Estudo de Impacto Ambiental dos Projetos Florestal e Industrial no Amapá.** Champion Papel e Celulose Ltda & Chamflora – Amapá Agroflorestal. (Vol. I/IV). Macapá: s/n, 1996.

EITEN, G. Vegetação do Cerrado. In: **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**, ed. M. N. Pinto. Brasília, D.F.: Editora da UnB, pp. 17-73, 1994.

FEARNSIDE, P. M. e FERRAZ, J. **Uma análise de lacunas de conservação da vegetação da Amazônia**. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), 2003.

GRUPO DE TRABALHO AMAZÔNICO (GTA). **Soja invade agora o Amapá, com apoio do governo**. Notícias. Disponível em: <http://www.gta.org.br>. Acesso em dezembro de 2003.

GUERRA, A.T. **Estudo Geográfico do Território do Amapá**. Rio de Janeiro, IBGE, 1954, 336p. (Biblioteca Geográfica Brasileira, série A, publ.10).

HIJMANS, R. J.; CAMERON, S. E.; PARRA, J. L.; JONES, P. G.; JARVIS, A. **Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas**. International Journal of Climatology, 2005, 25: 1965-1978 p.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Ecosistemas Brasileiros: ecorregiões**. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/ecoregioes.htm>. Acesso em dezembro de 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Limites de municípios do Amapá**. Dados vetoriais, escala 1:1.000.000, 2004a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em novembro de 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Uso da Terra**, escala 1:750.000, 2004b. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em novembro de 2005.

IMENA – Instituto de Mulheres Negras do Amapá. **Terra de Quilombo**. Procedimentos para regularização fundiária de Território Quilombola. Macapá: Editora JM, 2005.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Divisão de Processamento de Imagens (DPI). **Tutorial do SPRING 4.2**. Roteiro: Eymar Silva Sampaio Lopes, Revisão: Hilcéa Santos Ferreira. 2005. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring>. Acesso em agosto de 2008.

LEFF, E (coord.). **A Complexidade Ambiental**. São Paulo: Cortez, 2003.

LEFF, E. **Epistemologia Ambiental**. São Paulo: Cortez, 2007. 4.ed. revista.

LEITE, P.F. *et. al.* **As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos**. Estudo fitogeográfico nas folhas NA/NB 22 – Macapá. In: BRASIL,

Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. Folha NA/NB 22 – Macapá. Rio de Janeiro: DNPM, 1974. (Levantamento de Recursos Naturais, vol. 6).

LIMA, R.A.P. **Antropización, Dinámicas de Ocupación del Territorio y Desarrollo en la Amazonía Brasileña**: El caso del Estado de Amapá. Tese de Doutorado em Geografia. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, 2003.

MACHADO, R. E; VETTORAZZI , C. A. & XAVIER, A. C. **Simulação de cenários alternativos de uso da terra em uma microbacia utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 27:727-733, 2003

MACHADO, R.B. **Disciplina Planejamento Ambiental**. Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical. Material de apoio. Macapá: PPGGIO/UNIFAP, 2007.

MAGNANINI, A. **As regiões naturais do Amapá**. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, 14(3):243-304, 1952.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade brasileira**: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. Ministério do Meio Ambiente, Brasília – DF, 2002.

NASA – National Aeronautics and Space Administration. **Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)**. Disponível em: <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm>. Acesso em novembro de 2005.

PEREZ, O. M., TELFER, T. C. & ROSS, L. G. **Geographical information systems-based models for offshore floating marine fish cage aquaculture site selection in Tenerife**. Canary Islands. Aquaculture Research 36(10): 946-961, 2005.

PIRES, J.M. & PRANCE, G.T. The vegetation types of the Brazilian Amazon. In: Prance, G.T.; Lovejoy, T.E. (ed.). **Key environments – Amazonia**. England: Pergamon Ltd, cap. 7, p. 109-145, 1985.

PREFEITURA DE MACAPÁ. **Lei Complementar nº028, de 24 de junho de 2004** - Dispõe sobre o perímetro urbano do município de Macapá e descreve os limites da cidade de Macapá. Disponível em: <http://www.prefeiturademacapa.ap.gov.br>. Acesso em novembro de 2008.

RABELO, B.V. *et al.* **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá**: primeira aproximação do ZEE. Macapá: IEPA-ZEE, 2002.

RADIARTA, I.N.; SAITOH, S.; MIYAZONO, A. **GIS-based multi-criteria evaluation models for identifying suitable sites for Japanese scallop (Mizuhopecten**

yessoensis) aquaculture in Funka Bay, southwestern Hokkaido. Japan. Aquaculture, 284: 127-135, 2008.

REDE GEOMA. **Construção de Cenários Territoriais para apoio à tomada de decisão**. Geoma: 2003. Disponível em: <http://www.geoma.Incc.br/publicacoes.htm>. Acesso em fevereiro de 2007.

ROSS, J. **Ecogeografia do Brasil**: Subsídios para o Planejamento Ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

ROY, B. **Multicriteria methodology for decision aiding**. Dordrecht. Kluwer Academic: 1996.

SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. **Prediction. Projection and forecasting**. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, USA. 1991. 251p

SANAIOTTI, T. Ecologia de Paisagens: Savanas Amazônicas. In: VAL, L. A.; FIGLIUOLO, R. & FELBERG, E. (Ed). **Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia**: Fatos e Perspectivas. Manaus: INPA, 1991, p. 77 - 81.

SANTOS, M.; BECKER, B., *et. al* .**Território, territórios**: Ensaio sobre o Ordenamento Territorial. Rio de Janeiro: DP&A, 2006. 2.ed.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental**: Teoria e Prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SPÖRL, C.; ROSS, J. L. S., **Análise Comparativa da Fragilidade Ambiental com aplicação de três modelos**. São Paulo: GEOUSP - Espaço e Tempo, Nº 15, pp.39-49, 2004.

TEIXEIRA NETO, D. **Lógica de Fuzzy**. DTSoftware Computing, Ciência da Computação. São Paulo: 2006.

TOLEDO, P.M. **Rede Temática de Pesquisa em Modelagem Ambiental da Amazônia – REDE GEOMA**. Baseado na Agenda Científica, GEOMA: 2003. Disponível em: <http://www.geoma.Incc.br/publicacoes.htm>. Acesso em dezembro de 2006.

VAN DER MERWE, J. H. **GIS-aided land evaluation and decision-making for regulating urban expansion: A South African case study**. GeoJournal 43: 135–151, 1997.

APÊNDICE

Imagens do Cerrado no Amapá

Neste Apêndice estão algumas das paisagens visitadas durante a etapa de campo para levantamento de dados desta pesquisa, entre os meses de janeiro e abril de 2008. Fotos de Cassandra Oliveira e Alexandre Brito.



Foto 1 - Paisagem do Cerrado Arbóreo-Arbustivo na BR 156



Foto 2 – Extratos: cerrado campo sujo e mata de galeria, ramais da BR 156



Foto 3 - Cerrado Arbóreo-Arbustivo ao longo de ramais na BR 156



Foto 4 – Limite entre o Cerrado, Campos Inundáveis e Mata de Galeria próximo a São Pedro dos Bois



Foto 5 – Campos Inundáveis usados pela comunidade de Currallinho, APA do Rio Curiaú.



Foto 6 – Aspectos do relevo nos ramais ao longo da BR 156, ao fundo área de plantação de pinos



Foto 7 – Relevo mais movimentado, no ramal de acesso à comunidade de Tesselônica



Foto 8 – Proximidades de Tesselônica



Foto 9 – Formação de vertentes em ramais ao longo da BR 156



Foto 10 – Plantações diversificadas em pequena propriedade agrícola, ramais da AP 340



Foto 11 – Campos Inundáveis com cerrado e galeria, ao fundo. Comunidade de Curralinho, na APA do Rio Curiaú



Foto 12 – Pequena propriedade com atividades de horticultura, nas proximidades de Macapá – BR 210



Foto 13 – Área preparada para cultivo ao longo da BR 156



Foto 14 – O Cerrado “cercado”. Limites de propriedades privadas na APA do Rio Curiaú



Foto 15 – Pequena plantação no recém demarcado Assentamento Santo Antonio da Pedreira, na AP 070



Foto 16 – Propriedade no Assentamento Santo Antonio da Pedreira, na AP 070, ainda em início de estruturação



Foto 17 – Silvicultura com plantações de teca, na BR 156



Foto 18– Silvicultura com plantações de pinos, na AP 070



Foto 19– Fazenda com criação de gado bovino em pasto natural, Comunidade de Tessalônica



Foto 20– Pequena propriedade de lazer, com uso esporádico de recursos naturais, na região do Rio Pedreira



Foto 21– Entradas de ramais que levam a áreas de lazer, BR 156



Foto 22– Lixo nas margens da AP 070



Foto 23– Exploração de areia na AP 070



Foto 24– Pesca nas área de Campos Inundáveis de Tessalônica



Foto 25– Búfalos em áreas naturais de Campos Inundáveis da APA do Rio Curiaú



Foto 26– Aspectos do cotidiano no Rio Bonito da Pedreira



Foto 27– A beleza cênica da APA do Rio Curiaú



Foto 28– Pequenos detalhes do Cerrado

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)