

**ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA A SELEÇÃO DE UMA ÁREA DE CONSERVAÇÃO NA
MAIOR SAVANA DA AMAZÔNIA**

***MULTI-CRITERIA ANALYSIS TO SELECT SITE TO A PROTECTED AREA IN THE LARGEST
SAVANNA OF THE AMAZONIA***

***ANÁLISIS MULTI-CRITERIO PARA LA SELECCIÓN DE UNA ÁREA DE CONSERVACIÓN EN LA
SABANA MÁS EXTENSA DE LA AMAZONIA***

Flávia Pinto

JBRJ - Escola Nacional de Botânica Tropical
flaviasantospinto@gmail.com

Reinaldo Imbrozio Barbosa
INPA/CDAM - Base de Roraima
reinaldo@inpa.gov.br

Edwin H. Keizer
Greenpeace/Manaus - Coordenação de Geo-informação
edwin.keizer@gmail.com

Ciro Campos
ISA - Boa Vista
ciro@socioambiental.org

Andrea Lamberts
ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
andrea.lamberts@icmbio.gov.br

Sylvio Romério Briglia-Ferreira
ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
sylvio.ferreira@icmbio.gov.br

Bruno de C. Souza
ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
bruno-campos.souza@icmbio.gov.br

Renata B. Azevedo
ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
renata.azevedo@icmbio.gov.br

Osmar B. Borges
ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
osmar.borges@icmbio.gov.br

Suiane B. Marinho Brasil
ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
suiane.marinho@icmbio.gov.br

Gabriella C. Cardoso
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
gabriellacarmelitacardoso@gmail.com

Resumo -A maior área contínua de savana do Bioma Amazônia situa-se no estado de Roraima sendo conhecida localmente como Lavrado. Este trabalho apresenta o método estabelecido por gestores, pesquisadores e analistas ambientais para indicar áreas potenciais para a conservação do Lavrado com base em critérios quantitativos que deveriam: (1) valorizar a heterogeneidade da paisagem, (2) considerar as propostas de uso do solo do Zoneamento Ecológico Econômico de Roraima (ZEE-RR) e (3) facilitar o processo de gestão e fiscalização de uma unidade de conservação (UC). Doze critérios e seus indicadores quantitativos foram definidos para calcular o valor de conservação de áreas potenciais considerando a representatividade dos indicadores e o peso atribuído para cada critério. Três regiões foram pré-selecionadas devido à baixa ocupação do solo. A Serra da Lua obteve maior pontuação (15,18), seguida pela Serra do Tucano (10,35) e Rio Jauari (9,81). Os pontos somados nos três principais critérios (área de lavrado, insubstituibilidade das fitofisionomias e heterogeneidade da paisagem) igualam as regiões em termos de valor ecológico. Os critérios relacionados à gestão de UC foram imprescindíveis para o desempate das áreas. A região da Serra da Lua se destacou por apresentar 69% da sua área indicada para conservação no zoneamento estadual. A falta de dados atualizados sobre o uso da terra e de dados sistematizados sobre biodiversidade foram as principais dificuldades enfrentadas nesta avaliação. Esse estudo representa a primeira iniciativa conhecida de integração de órgãos de gestão ambiental e pesquisa para indicar uma área de conservação no estado de Roraima a partir de critérios quantitativos.

Palavras-chave-Biodiversidade. Análise multicritério. Planejamento participativo. SIG. Uso do solo.

Abstract - The largest continuous savanna area in the Amazon biome is located in Roraima's state and regionally denominated as Lavrado. This paper presents the method elaborated collaboratively by environmental managers, analysts and researchers to indicate potential conservation areas in the Lavrado based on quantitative multi-criteria analysis that should:(1) maximize the landscape heterogeneity, (2) valorize the land-use status proposed by the Ecological Economic Zoning of Roraima (EEZ-RR) and (3) facilitate the management and surveillance of a protected area. Twelve criteria and respective quantitative indicators were established to calculate the conservation value of each area considering indicators representativeness and a weight assigned to each criteria. Three regions were pre-selected: Rio Jauari (9.81), Serra do Tucano (10.35) and Serra da Lua (15.18). The areas acquired the same score in the three main criteria (Lavrado coverage, irreplaceability of vegetation ecosystems and landscape heterogeneity), indicating all as ecologically important. The criteria related to the management of conservation areas were essential to differentiate the areas. The Serra da Lua region stood out from the other because 69% of its area was indicated for conservation in the EEZ-RR. The lack of recent data on land-use and biodiversity distribution was the main difficulty in this evaluation. This study represents the first collaborative attempt for integrating both environmental management and research agencies to indicate a protected area in the state of Roraima based on quantitative criteria.

Keywords – Biodiversity. Land use. Multi-criteria analysis. Participatory planning management. GIS.

Resumen – La zona más extensa de sabana continua del bioma Amazonia se ubica en el departamento de Roraima y es conocida localmente como Lavrado. Este trabajo presenta la metodología propuesta por gestores e investigadores analistas ambientales, para identificar áreas potenciales para la conservación en el Lavrado, con base en multicriterios cuantitativos que deberían: (1) valorizar la heterogeneidad del paisaje, (2) considerar las propuestas de uso del suelo de la Zonificación Ecológica y Económica Local (ZEE-RR) y (3) facilitar el manejo y control de un área protegida (AP). Se definieron doce criterios con sus respectivos indicadores cuantitativos para calcular el valor de conservación de las áreas, teniendo en cuenta la representatividad de los indicadores y la ponderación asignada a cada criterio. Tres regiones fueron preseleccionadas por su baja ocupación del suelo. La Serra da Lua obtuvo la mayor puntuación (15,18), seguida por la Serra do Tucano (10,35) y el Río Jauari (9,81). Los puntos obtenidos a través de los tres criterios principales (área de lavrado, imposibilidad de sustitución de la vegetación y la

heterogeneidad del paisaje) igualan las tres zonas en cuanto a su valor ecológico. Los criterios relacionados con el manejo del AP fueran imprescindibles para lograr la diferenciación de las tres zonas. La región de Serra da Lua se destacó por presentar 69% de su área apta para la conservación según la ZEE-RR. La falta de datos actualizados sobre el uso del suelo y de datos sistematizados sobre biodiversidad fueron los principales dificultades encontradas para el presente análisis. Este estudio constituye la primera iniciativa conocida en que integrar entidades de gestión ambiental e investigación para identificar un área de conservación en Roraima a partir de criterios cuantitativos.

Palabras clave - Biodiversidad. Análisis multicriterio. Planificación participativa. SIG. Uso de la tierra.

Introdução

O LAVRADO DE RORAIMA E SEU STATUS DE CONSERVAÇÃO

A maior área contínua de savana do Bioma Amazônia situa-se geograficamente entre o Brasil, a Guiana e a Venezuela (Figura 1). Esta região cobre aproximadamente 43.000 km² (~19%) do estado de Roraima e é conhecida localmente como Lavrado (BARBOSA *et al.*, 2007). O Lavrado foi o berço da ocupação humana recente em Roraima e é o ícone do movimento de afirmação identitária local, constituindo assim um patrimônio cultural da sociedade roraimense.

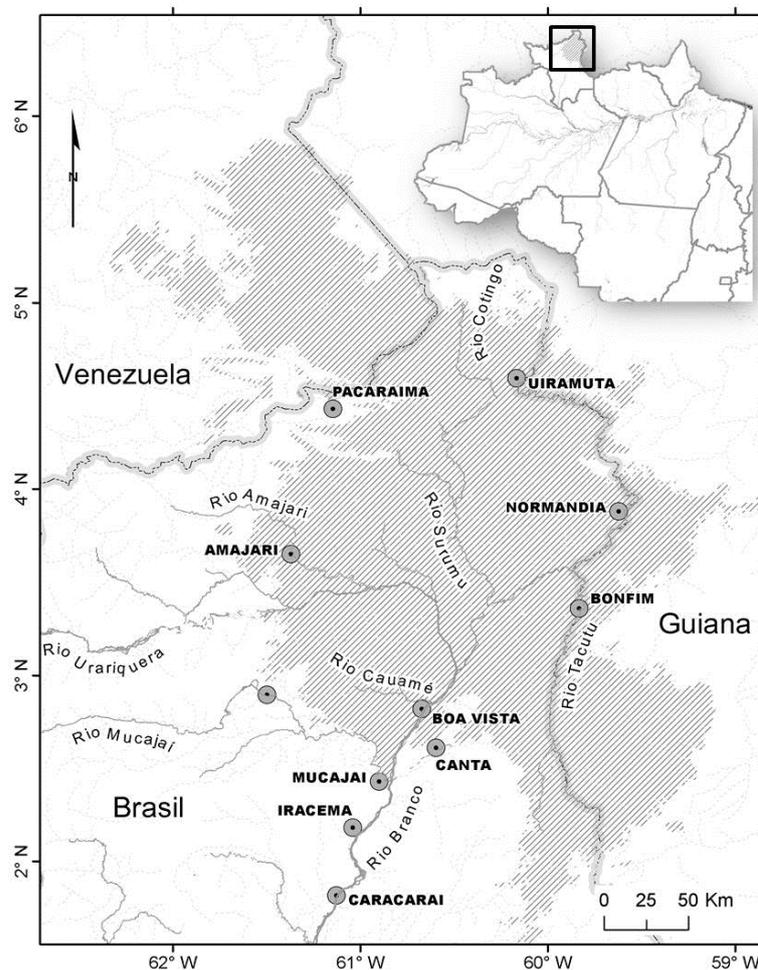


Figura 1 - Localização geográfica da grande área de savana na tríplice fronteira Brasil, Guiana e Venezuela; parte da ecorregião das Savanas das Guianas (listras diagonais). A região dentro do estado de Roraima representa a região do Lavrado com as sedes municipais.

A savana de Roraima, apesar de compartilhar espécies de plantas com a grande área do Cerrado do Brasil Central, de forma geral, apresenta uma composição florística distinta, tanto das demais savanas amazônicas, quanto da área core do Cerrado (RATTER *et al.* 2003). Possui uma grande heterogeneidade fitofisionômica, predominando a vegetação aberta entremeada por ecossistemas florestais nas margens de rios e igarapés, contato com florestas, topos de serras e ilhas de mata em meio à savana (BARBOSA; MIRANDA, 2005; SANTOS; VALE JR.; BARBOSA, 2013).

A distribuição da flora, fauna, microrganismos e os processos ecológicos essenciais a sua manutenção ainda são pouco estudados, mas estima-se a existência de mais de 500 espécies de plantas vasculares e cerca de 600 espécies de vertebrados (mamíferos, peixes e aves) na região (BARBOSA *et al.*, 2007). A alta heterogeneidade de habitats (CAVALCANTE; FLORES; BARBOSA, 2014; MIRANDA; ABSY; REBÊLO, 2002) influencia as taxas de endemismo em borboletas, aves e serpentes (BORGES, 1994; NASCIMENTO, 2005), fazendo do Lavrado uma região de especial interesse para a conservação (SANTOS; SILVA, 2007; SANTOS, 2012).

Apesar de biologicamente importante, o Lavrado não está protegido significativamente por uma unidade de conservação (UC). Duas UC em Roraima, o Parque Nacional do Monte Roraima e Estação Ecológica de Maracá, possuem pequenos enclaves de savana, mas juntos conservam menos de 0,5% da área total do Lavrado. Embora não exista uma análise completa do uso do solo no Lavrado, seu grau de preservação é elevado, com um percentual de apenas 5% de alteração da vegetação original até o ano de 2007 (BARBOSA; CAMPOS, 2011).

A primeira indicação federal de criação de uma UC no Lavrado ocorreu em 1999 no Workshop “Avaliação e Identificação de Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade na Amazônia Brasileira”, realizado em Macapá pelo Programa PROBIO I (Projeto Nacional de Ação Integrada Público-Privada para Biodiversidade) (MMA/SBF, 2002). Com base nas indicações da reunião em Macapá (MMA/SBF 2002), Albernaz e Souza (2007) indicaram novamente a região do Lavrado como de alta prioridade para conservação ao integrarem à análise a representatividade das fitofisionomias da Amazônia nas UC existentes no Bioma.

Em 2006, o Programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA) do MMA e o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), com base nas avaliações de prioridades de conservação para a Amazônia, criaram um Grupo de Trabalho (GT) para indicar uma área para criação de uma unidade de conservação nas Savanas de Roraima (Portaria nº 35/06 de 03/11/2006; Superintendência do IBAMA em Boa Vista - Roraima) composto por analistas do IBAMA/ICMBio, pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e gestores da Secretaria Municipal de Gestão Ambiental e Assuntos Indígenas de Boa Vista (SMGA).

Seguindo as diretrizes adotadas pelo governo federal de utilizar métodos quantitativos para definir prioridades para conservação na Amazônia (MMA/SBF, 2007), o GT realizou uma análise de múltiplos critérios quantitativos associada a sistemas de informação geográfica – SIG (JANKOWSKI, 1995) para indicar e pontuar áreas potenciais para a criação de uma UC no Lavrado de Roraima. A análise multicritérios procura priorizar não apenas os aspectos biológicos e a heterogeneidade da paisagem, mas também os anseios socioeconômicos da população e as ameaças ao uso da terra (NAIDOO *et al.*, 2006; POSSINGHAM; FRANKLIN, 2005; VISCONTI *et al.*, 2010). Com base nesses princípios, o GT propôs um método quantitativo de pontuação de áreas potenciais para a criação de uma UC no Lavrado que integrasse as diferentes expectativas dos órgãos de pesquisa e gestão do meio ambiente em relação à escolha de uma área. Este método deveria (1) valorizar a heterogeneidade da paisagem do Lavrado, (2) indicar áreas alinhadas com as indicações do Zoneamento Ecológico Econômico de Roraima e onde os conflitos socioeconômicos para a criação de uma UC fossem mínimos e (3) incorporar critérios que facilitassem o processo de gestão e fiscalização de uma UC.

O presente estudo tem por objetivo apresentar as atividades desenvolvidas no processo de pontuação de áreas potenciais para conservação, propondo uma base metodológica de rápida execução que subsidie a indicação geográfica de áreas prioritárias de conservação na Amazônia, tomando como estudo de caso o Lavrado de Roraima. Neste estudo foram destacadas informações consideradas pertinentes ao planejamento regional, observando a distribuição espacial dos componentes socioeconômicos, ambientais e de posse da terra, que deveriam ser regra para as tomadas de decisão na Amazônia.

Método

O processo de pontuação foi dividido em duas fases: primeiramente foram mapeadas, segundo fontes oficiais, as áreas de posse e de domínio público existentes no Lavrado de Roraima para a definição de áreas potenciais e, posteriormente, foram definidos critérios, indicadores e um índice para a pontuação dessas áreas potenciais.

PRIMEIRA FASE: IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIAIS

O estudo foi realizado entre Maio e Novembro de 2006 e iniciou com uma reunião onde as instituições que compunham o GT concordaram em considerar nos estudos três aspectos considerados importantes para minimizar os conflitos socioeconômicos relacionados à criação de uma UC no Lavrado e que norteariam a indicação inicial de áreas potenciais: (1) Preferencialmente áreas de domínio público, (2) Áreas sem registro de titularidade no Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA e (3) Áreas não destinadas à homologação de Terras Indígenas e assentamentos agrícolas.

Para a identificação das áreas potenciais, o limite da área de Lavrado foi definido a partir de classificação supervisionada de imagens de satélite Landsat TM de 2004 utilizando o programa SPRING 4.3. Foram definidas apenas duas categorias, floresta e não floresta, sendo a área identificada como não floresta corresponde à matriz das fitofisionomias de savana.

O limite do Lavrado foi sobreposto a área ocupada por lotes georreferenciados da base de registros imobiliários (base oficial do INCRA do ano 2004), dos assentamentos agrícolas federais (base oficial do INCRA do ano 2004) e das TI e UC federais (base do Instituto Socioambiental do ano 2006) no programa ArcGis 9.2. Desconsiderando as áreas de Lavrado oficialmente ocupadas, foram identificadas visualmente áreas contínuas, teoricamente não ocupadas, para avaliação inicial em campo. As estradas existentes nessas áreas foram percorridas com o intuito de reiterar o atual grau de ocupação observado nas bases georreferenciadas. Apenas aquelas com poucos indícios de ocupação e vegetação em excelente estado de conservação foram incluídas na segunda fase de análise. Foram excluídas aquelas regiões onde oficialmente existiam processos de homologação de TI e processos de ocupação ainda não cadastrados nas bases do INCRA.

SEGUNDA FASE: PONTUAÇÃO DE ÁREAS POTENCIAIS

A segunda fase foi dividida em três atividades: (1) definição dos critérios biológicos, de gestão e socioeconômicos utilizados para a pontuação das áreas; (2) definição do valor de importância de cada um dos critérios e (3) definição dos indicadores utilizados para pontuar cada critério.

ATIVIDADE 1 – DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS DE PONTUAÇÃO

O GT concordou inicialmente que cada membro deveria sugerir dez critérios que deveriam seguir as seguintes diretrizes: (1) valorizar a heterogeneidade da paisagem do Lavrado (biológico); (2) indicar áreas onde fosse possível minimizar os conflitos socioeconômicos para a criação de uma UC (socioeconômico) e (3) incorporar critérios que facilitassem o processo de gestão e fiscalização de uma UC (gestão de UC). A lista com todos os critérios indicados pelos participantes foi discutida e padronizada em doze critérios: (i) biológico - cobertura de fitofisionomias de savana presentes na área, insubstituibilidade de unidades fitoecológicas, heterogeneidade da paisagem e conectividade com fitofisionomias florestais; (ii) gestão - presença de atrativos turísticos, acesso a área, vulnerabilidade devido à ocupação humana, conectividade com áreas protegidas, ameaças à biodiversidade, nível de degradação e tamanho da área potencial; (iii) socioeconômico - indicações de uso do solo definidas pelo ZEE-RR (MARQUES *et al.*, 2002) e exclusão das áreas ocupadas legalmente identificadas na primeira fase de indicação das áreas potenciais.

ATIVIDADE 2 – DEFINIÇÃO DO VALOR DE IMPORTÂNCIA DOS CRITÉRIOS

Para determinar o valor de importância de cada critério, ou o equivalente ao seu peso dentro da análise, cada participante ranqueou de 1 a 12 pontos cada um dos critérios de acordo com sua percepção individual de relevância do tema para a criação de uma UC. Os critérios que receberam valores discrepantes entre os participantes do GT foram discutidos, com o intuito de excluir a possibilidade de má interpretação do critério e possibilitar a reavaliação de acordo com a consideração dos outros participantes. Esta etapa também foi importante para definir se o critério somaria ou subtrairia pontos no cálculo do valor de conservação da área, denominado aqui de valor de importância do critério. Ao final foi criada uma lista contendo os critérios ranqueados por prioridade e o valor de importância, representando seu peso na pontuação das áreas (Tabela 1).

Tabela 1 - Valor de importância e peso dos critérios utilizados para a pontuação das áreas potenciais para criação de uma unidade de conservação no lavrado de Roraima.

Prioridade	Critério	Valor de Importância	Peso
1	Cobertura de fitofisionomias de savana	+	12
2	Insubstituibilidade de unidades fitoecológicas	+	11
3	Heterogeneidade da paisagem	+	10
4	Vulnerabilidade devido à ocupação humana	-	9
5	Conectividade com áreas protegidas	+	8
6	Ameaças à biodiversidade	-	7
7	Conectividade com fitofisionomias florestais	+	6
8	Nível de degradação	-	5
9	Indicações de Uso pelo ZEE	+/-	4
10	Tamanho da área potencial	+	3
11	Presença de atrativos turísticos	+	2
12	Acesso à área	+	1

ATIVIDADE 3 – DEFINIÇÃO DO VALOR DE CONSERVAÇÃO E INDICADORES DE CADA CRITÉRIO

A atividade final do GT foi definir indicadores quantitativos para cada um dos doze critérios. Um critério (c) poderia ser composto por um ou mais indicadores (*i*). A soma dos indicadores multiplicada pelo valor de cada critério resultaria no valor de conservação de cada área (*a*). Foram escolhidos indicadores que pudessem ser contabilizados na forma de número, área, proporção de cobertura, densidade ou comprimento dentro dos limites definidos para as áreas potenciais, e/ou nos 10 km de raio no seu entorno (*buffer*). Todos os cálculos foram realizados com o programa ArcGis9.2, na projeção cônica equivalente de Albers para a América do Sul, utilizando a base cartográfica oficial do Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM) de 2004, derivada do Projeto RADAMBRASIL e do ZEE-RR, ambas na escala 1:250.000 .

Quando mais de um indicador foi definido para pontuar um critério, seu valor final para cada área (I_{ca}) foi calculado segundo a fórmula: $I_{ca} = \frac{i_{ca}}{\sum_{a=1}^{N_a} i_{ca}}$, onde i_{ca} é o valor de cada indicador do critério c na área a dividido pela soma dos i_{ca} obtidos em cada uma das áreas avaliadas (N_a representa o número total de áreas avaliadas). A ponderação pelo valor total obtido no critério para as três áreas foi realizada para permitir a comparação entre elas.

O valor final (CR_{ca}) de cada critério c para cada área a foi calculado como: $CR_{ca} = \frac{\sum_{i=1}^{N_i} I_{ca}}{N_{ic}}$, o equivalente a soma dos valores ponderados de I_{ca} para todos os indicadores (N_i representa o número total de indicadores) utilizados no critério c da área a , dividido pelo número total de indicadores, N_{ic} , utilizados no critério.

O valor CR_{ca} obtido para cada critério foi então multiplicado pelo peso de cada critério, p_c , sendo o Valor de Conservação (VC_a) de cada área (a) calculado como a soma do valor dos critérios multiplicados pelo seu peso individual (Tabela 1) segundo a fórmula: $VC_a = \sum_{c=1}^{N_c} CR_{ca} \times p_c$; onde N_c é o número total de critérios utilizados

1º CRITÉRIO - COBERTURA DE FITOFISIONOMIAS DE SAVANA

Como o principal objetivo do GT era indicar uma área para a conservação do Lavrado, a porcentagem de cobertura de Lavrado presente nas áreas potenciais foi considerada a característica mais importante para a pontuação das áreas. Uma área para ser enquadrada como potencial deveria possuir mais de 30% da sua área coberta por savana, recebendo um ponto neste quesito, caso contrário ela não receberia nenhum ponto. O cálculo da área de savana foi realizado sobre o mapa do limite entre savana e floresta produzido anteriormente.

2º CRITÉRIO - GRAU DE INSUBSTITUIBILIDADE DE UNIDADES FITOECOLÓGICAS

Este parâmetro define o quanto cada unidade da paisagem é insubstituível (variando de 0 a 1, sendo 1 insubstituível) considerando sua representatividade no sistema de unidades de conservação de proteção integral e na sua representatividade dentro da Amazônia. O grau de insubstituibilidade, considerando o cenário onde apenas as UC são consideradas nos cálculos de complementaridade, foi obtido do mapa desenvolvido pelo Programa ARPA para o Mapa de Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade do Bioma Amazônia do MMA (MMA/SBF, 2007). O mapa é subdividido em hexágonos de 50 mil ha que expressam o valor regional de conservação das paisagens que ele comporta, já descontando seu grau de proteção nas UC existentes (detalhes do método em MARGULES, PRESSEY 2000).

3º CRITÉRIO - HETEROGENEIDADE DA PAISAGEM

Este critério define através de indicadores bióticos e abióticos o grau de heterogeneidade ambiental dentro de cada área potencial. Para a pontuação foram utilizadas além das bases do SIPAM, as bases do ZEE-RR (MARQUES *et al.*, 2002). Foram calculados para cada polígono de área potencial: o número de fitofisionomias, de classes de solo, de geounidades e de microbacias, além da extensão da hidrografia (km). As imagens do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) de 90m de resolução espacial foram utilizadas para calcular o número de cotas altimétricas presentes nas áreas a cada 100 m até a cota acima dos 600 m.

4º CRITÉRIO - VULNERABILIDADE DEVIDO À OCUPAÇÃO HUMANA

Foram utilizados dois indicadores para caracterizar a ocupação humana nas áreas potenciais: a porcentagem da área coberta e o número de lotes com cadastro na base oficial do INCRA de 2004. Esse critério recebeu valor negativo na indicação, assim, quanto maior a cobertura de lotes dentro da área potencial, menor seu valor de conservação e maior seu valor socioeconômico.

5º CRITÉRIO - CONECTIVIDADE COM ÁREAS PROTEGIDAS

O grau de conectividade com UC e TI foi calculado através de dois indicadores: a proporção de área de sobreposição e o número dessas duas categorias no entorno das áreas potenciais. O grau de conectividade garante maior fluxo de deslocamento da fauna, além de aumentar o valor de conservação de todas as áreas no entorno. Associada a TI ela garantiria a existência de uma área fonte de caça para as comunidades tradicionais.

6º CRITÉRIO - AMEAÇAS À BIODIVERSIDADE

Este critério recebeu peso negativo na indicação da área. Quanto maior o grau de ameaça ao qual a área estivesse exposta, menor seu valor de conservação. Foram consideradas como ameaças à biodiversidade: (1) a densidade de estradas na área - avaliada através da extensão de estradas, independente se pavimentadas ou não (IBGE, 2004); (2) a densidade de comunidades (vilas, aldeias indígenas e outros aglomerados humanos) - medida através da contagem de comunidades existentes na base de localidades do SIPAM dentro da área potencial dividido pelo tamanho da área; (3) a presença de monoculturas (arroz, soja e acácia) observadas nas visitas em campo, onde cada monocultura presente na área potencial, independente da sua extensão, recebeu um ponto se presente no entorno da área e dois se em seu interior; e (4) o número de focos de calor registrados pelo Projeto de Monitoramento de Queimadas e Incêndios gerenciado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (<http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/>). O número de focos foi contabilizado dentro da área e no seu entorno.

7º CRITÉRIO - CONECTIVIDADE COM FITOFISIONOMIAS FLORESTAIS NÃO PRESENTES NA ÁREA

Considerado como um critério positivo na indicação de uma UC no Lavrado, a conectividade com florestas possibilitaria o fluxo de deslocamento da fauna e a presença e manutenção de recursos hídricos. O cálculo, baseado na porcentagem de cobertura florestal existente apenas no entorno das áreas potenciais, foi realizado a partir do mapa do limite entre savana e floresta produzido anteriormente.

8º CRITÉRIO – GRAU DE DEGRADAÇÃO

O grau de perturbação existente nas áreas foi medido através do percentual de desflorestamento acumulado até 2005 calculado pelo Programa de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia (PRODES/INPE; <http://www.obt.inpe.br/prodes>). Ele representa a razão entre a área desflorestada dentro da área potencial em relação ao tamanho da área potencial. Uma limitação deste método é que o grau de degradação existente em áreas de savana não foi computado pelo PRODES, uma vez que ele se restringe apenas ao desmatamento realizado em fitofisionomias florestais.

9º CRITÉRIO - INDICAÇÕES DE USO DO ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DE RORAIMA (ZEE-RR)

Esse critério procurou incluir na pontuação das áreas as indicações de uso da terra do ZEE-RR, a fim de alinhar a política local com a indicação de áreas para conservação. O ZEE encontra-se atualmente em fase de consulta pública e foram utilizados como indicadores os mapas de vulnerabilidade do solo, de aptidão agrícola e de indicações de uso produzidos por MARQUES e colaboradores (2002).

Grau de vulnerabilidade - O mapa de vulnerabilidade do ZEE-RR possui cinco classes de vulnerabilidade do solo à erosão. Atribuímos pontos negativos às classes “Estáveis” e “Moderadamente estáveis” (-2 e -1, respectivamente) por se tratarem de áreas mais propícias às atividades produtivas. Não foram atribuídos pontos à classe “Moderadamente estável-vulnerável”. Foram atribuídos pontos positivos às classes “Moderadamente vulneráveis” e “Vulneráveis” (+1 e +2, respectivamente), que representam zonas mais sensíveis ao uso e mais propícias para conservação.

Gestão territorial ZEE - O mapa de gestão territorial do ZEE-RR está separado em sete tipos de gestão divididos em três zonas: produtivas, críticas e institucionais.

Foram considerados dois tipos de gestão nas Zonas Produtivas: *Buffer* de rodovia – áreas para plano de gestão de rodovias; Consolidação – áreas para o fortalecimento do desenvolvimento humano existente e Expansão – áreas para a implantação de atividades econômicas em territórios desocupados.

Nas Zonas Críticas foram considerados os tipos de gestão: Conservação – áreas de elevada vulnerabilidade natural ou para a preservação do patrimônio genético e cultural; Recuperação – áreas com impactos ao meio ambiente que requerem ações corretivas ou mitigadoras e Preservação permanente - áreas protegidas por lei, Unidades de conservação e Áreas de Preservação Permanente (APP).

Nas Zonas Institucionais foram considerados dois tipos de gestão: Uso restrito e controlado – áreas destinadas a usos específicos e Interesse especial – áreas de interesse estratégico como a zona de fronteira.

Na Tabela 2 são descritos os pontos atribuídos a cada tipo de gestão empregado pelo ZEE-RR. As áreas produtivas receberam pontuação negativa por se tratarem de áreas de uso consolidado e previstas para expansão da atividade agrícola. As áreas consideradas críticas receberam pontuação positiva por se tratarem de áreas previstas para a recuperação dos danos causados por atividades impróprias à área ou destinadas à preservação.

Tabela 2 - Classes de recomendações à gestão territorial do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Roraima com valor de conservação (+/-) e pontos atribuídos à indicação de uma área de conservação no Lavrado de Roraima.

Zonas	Tipo de Gestão	Pontos
Produtivas	Consolidação	-3
	Expansão	-2
	Buffer de rodovia	-1
Críticas	Conservação	3
	Recuperação	2
	Preservação permanente	1

Aptidão Agrícola - O mapa de aptidão agrícola do ZEE possui três níveis de manejo e quatro classes de uso (MARQUES *et al.*, 2002). Os níveis de manejo consideram a abrangência técnica, social e econômica das técnicas agrícolas existentes. Foram considerados os seguintes níveis do ZEE-RR: Nível A – requer baixo nível tecnológico, sem aplicação de capital para manejo, melhoramento e conservação das condições agrícolas das terras e das lavouras; Nível B - refletem nível tecnológico médio com alguma aplicação de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições agrícolas das terras e das lavouras; e Nível C - alto nível tecnológico com aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições agrícolas com mecanização necessária nas diversas fases da operação agrícola.

Associado a cada nível de manejo existe uma indicação de uso que expressa a aptidão agrícola da terra e reflete o grau de intensidade com que o uso afeta o solo. As classes foram representadas, segundo o ZEE-RR, como: Boa - sem limitações para a produção sustentável sem necessidade de muitos insumos para a produção; Regular - produção sustentável limitada com a necessidade de uso de insumos; Restrita - com fortes limitações para a produção sustentada e necessidade de uso de insumos para uma produtividade aceitável; e Inapta - não permitem a produção sustentada e são indicadas apenas para usos menos intensivos (pastagem plantada, silvicultura ou pastagem natural) ou para a preservação da flora e da fauna, recreação ou algum tipo de uso não agrícola.

As classes “Boa” e “Regular” receberam pontos negativos e as classes “Restrita” e “Inapta” receberam pontos positivos. Na Tabela 3 é descrita a pontuação utilizada para cada nível e classe (MARQUES *et al.*, 2002).

Tabela 3 - Classificação da aptidão agrícola dos solos do Estado de Roraima definidas pelo Zoneamento Ecológico Econômico com seus respectivos valor de conservação (+/-) e pontos atribuídos à indicação de uma área de conservação no Lavrado de Roraima.

Nível de Manejo	Aplicação de Capital	Aptidão agrícola da terra			
		Boa	Regular	Restrita	Inapta
A	Baixa	-6	-5	1	2
B	Média	-4	-3	3	4
C	Alta	-2	-1	5	6

10º CRITÉRIO - TAMANHO DA ÁREA POTENCIAL.

Este critério considerou apenas o tamanho contínuo (km²) das áreas potenciais. Quanto maior a área disponível, maior a pontuação recebida.

11º CRITÉRIO - ATRATIVOS TURÍSTICOS.

Por não haver um mapa oficial de atrativos turísticos do estado de Roraima, foram utilizadas como substitutas algumas informações georreferenciadas disponibilizadas pelo ZEE-RR: número de montanhas, número de serras e número de rios.

12º CRITÉRIO - ACESSO À ÁREA.

Aqui a presença de rodovias foi considerada como ponto positivo no acesso a área, representada pela distância em quilômetros até a capital Boa Vista e pelo número de vias de acesso pavimentadas e não pavimentadas. Esse critério pontua a facilidade e rapidez de deslocamento até a área e na facilidade de gerenciamento da unidade, representado pelo número de vias de acesso às áreas potenciais. Áreas distantes até 100 km da capital ganharam um ponto neste critério.

Resultados e Discussão

INDICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIAIS

Quatro áreas com extensão contínua foram identificadas a partir do cruzamento dos mapas de base definidos na primeira fase do estudo (Figura 2): Área 1 – Rio Jauari: localizada na margem esquerda da BR 174 (sentido Boa Vista – Pacaraima) na altura do Sítio Arqueológico da Pedra Pintada no limite com as TI São Marcos, Araçá e Santa Inês, parte dela cortada pelo Rio Jauari; Área 2 – Serra do Tucano: localizada na região da Serra do Tucano, margem esquerda da BR 401 (sentido Boa Vista – Bonfim) no limite com as TI Raposa-Serra do Sol e São Marcos às margens do Rio Tacutu e TI Jaboti à Oeste. À Leste, ela inclui uma área de treinamento do Batalhão Especial de Fronteira do Exército Brasileiro; Área 3 – São Silvestre: a oeste da capital, dentro dos limites do município de Alto Alegre; Área 4 – Serra da Lua: localizada na região da

Serra da Lua delimitada no seu limite Leste pelo Rio Tacutu (fronteira com a Guiana), ao Sul com a TI Jacamim e ao Norte com a TI Moskow.

Após a visita às quatro áreas, apenas a Área 3 foi considerada inadequada para proteção por apresentar avançado processo de loteamento rural, além de ser uma zona de expansão de fazendas já estabelecidas para produção de monoculturas de soja e acácia. Assim, apenas as áreas 1, 2 e 4 foram consideradas na segunda fase de avaliação do estudo.

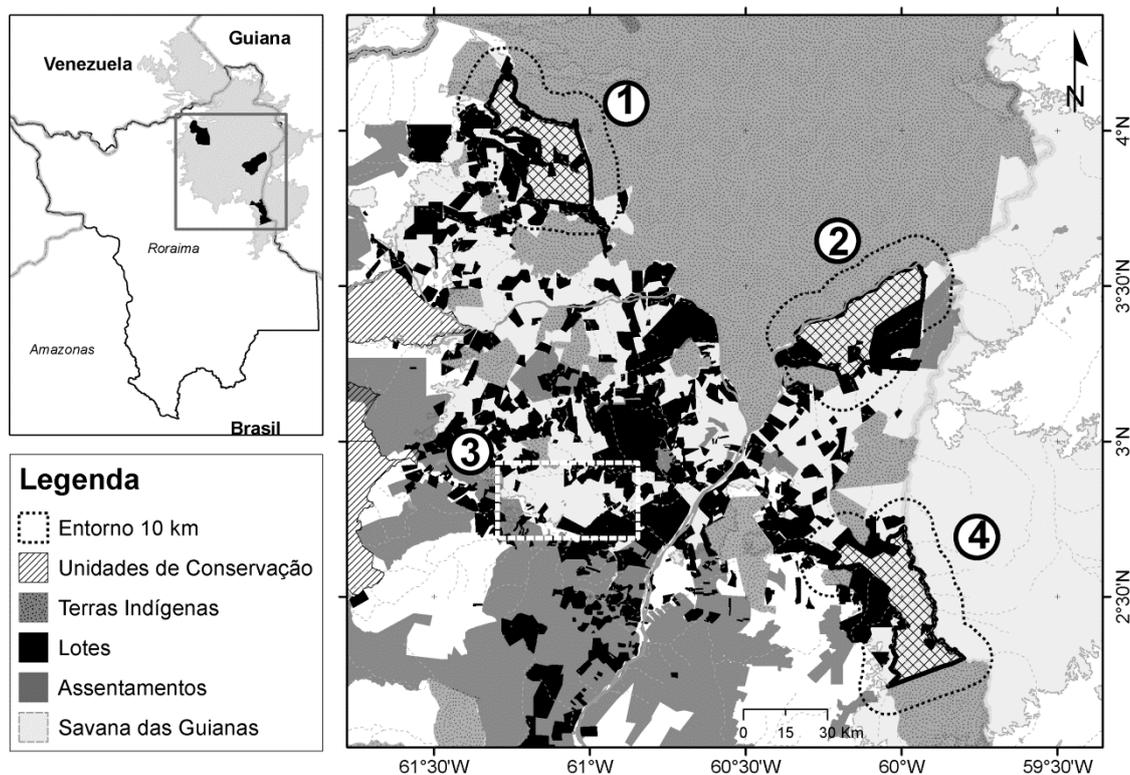


Figura 2 - Áreas potenciais avaliadas para a criação de uma unidade de conservação no Lavrado de Roraima: 1. Rio Jauari; 2. Serra do Tucano; 3. São Silvestre e 4. Serra da Lua. A área 3, delimitada com pontilhado branco, foi excluída das análises. Ver detalhes no texto.

PONTUAÇÃO GERAL

A região da Serra da Lua somou 15,18 pontos, representando a área com maior potencial para conservação do lavrado de acordo com os indicadores e pesos definidos nesse estudo (Tabela 4). As regiões da Serra do Tucano e do Rio Jauari receberam respectivamente 10,35 e 9,81 pontos, diferindo pouco em seu valor de conservação.

Tabela 4 - Pontuação obtida em cada um dos critérios utilizados para avaliar o valor de conservação de três áreas pré-selecionadas para a criação de uma unidade de conservação nos Lavrados de Roraima.

Critério	Serra Lua	Rio Jauari	Serra Tucano
Cobertura de fitofisionomias de savana	4,00	4,00	4,00
Insubstituibilidade de unidades fitoecológicas	3,50	5,00	2,50
Heterogeneidade da paisagem	3,51	3,26	3,23
Conectividade com áreas protegidas	1,90	2,80	3,29
Conectividade com fitofisionomias florestais	4,50	1,50	0

Presença de atrativos turísticos	0,68	0,77	0,55
Acesso à área	0,21	0,39	0,39
Pontos ganhos	19,36	18,71	14,93
Ameaças à biodiversidade	-1,89	-2,32	-2,79
Vulnerabilidade devido à ocupação humana	-1,05	-6,20	-1,75
Grau de degradação	<0,01	<0,01	<0,01
Indicações de Uso pelo ZEE	-1,23	-0,38	-0,04
Pontos perdidos	-4,18	-8,90	-4,58
Pontuação final	15,18	9,81	10,35

A Serra da Lua apresentou bom desempenho nos cinco primeiros critérios de pontuação, mas se destacou principalmente por ter recebido menos pontos negativos nos critérios ‘ameaças à biodiversidade’ e ‘vulnerabilidade devido à ocupação humana’. A região apresenta alta heterogeneidade paisagística influenciada pela presença de duas sub-bacias do Rio Branco e duas do Rio Tacutu, e por quatro diferentes fitofisionomias (Savana Parque, Florestas Estacionais, e Florestas Ombrófilas Aluviais e Densas), elevando assim seu valor de conservação.

Embora a região da Serra da Lua seja indicada como prioritária para a criação de uma UC representativa do lavrado de Roraima é importante salientar que as demais regiões também representam áreas importantes para sua conservação por dois motivos: a heterogeneidade da paisagem, que foi semelhante nas três áreas e o fato delas representarem grandes extensões de lavrado ainda com pouca alteração antrópica (BARBOSA; CAMPOS, 2011), embora com algumas propriedades privadas existentes.

Apesar das três áreas apresentarem valores semelhantes de heterogeneidade da paisagem, cada uma apresenta características únicas em relação às demais. Por exemplo, na região do Tucano são encontradas paleodunas, que representam testemunhos fósseis de um período mais seco dos períodos interglacial do Pleistoceno-Holoceno (CARNEIRO-FILHO *et al.*, 2002). Apesar de inexplorada, é possível que a região do Rio Jauari seja de extrema importância para a conservação de sítios arqueológicos devido à existência de sítios de pinturas rupestres próximos à área, como a Pedra da Serrinha, Pedra do Tabaco, Pedra Santa Maria e Pedra do Urubu, além da Pedra Pintada (MENTZ-RIBEIRO, 1997). Essa região também apresenta grandes afloramentos de rocha associados com ilhas de mata bastante característicos dessa região e um gradiente altitudinal sentido norte em direção a Serra Pacaraima.

A região do Rio Jauari, embora tenha apresentado maior grau de insubstituibilidade da sua paisagem, perdeu mais que o triplo de pontos no critério de ocupação humana, o quarto critério mais importante da análise. Embora a região possua o mesmo número de lotes que o encontrado na Serra do Tucano, eles representam fazendas de dimensões maiores, sendo a pecuária a principal atividade na região.

A conectividade com fitofisionomias florestais foi um dos critérios responsáveis pela maior pontuação da região da Serra da Lua, valor esse três vezes maior que a região do Rio Jauari, segundo colocado. Considerando o entorno da Serra da Lua, 54% da área são cobertos por florestas, contra 18% do Rio Jauari. Essa conectividade com florestas é um quesito importante para as regiões de lavrado uma vez que favorece a

ocorrência da fauna de grande porte, além de representarem, em caso de queimadas ou incêndios, zonas de refúgio para a fauna ou barreiras naturais à sua propagação.

A região do Tucano destacou-se apenas pela grande conectividade com áreas protegidas (49% da área do entorno), fazendo fronteira com as TI São Marcos, Raposa-Serra do Sol e Jabuti. Depois da região do Tucano, a do Rio Jauari foi a que apresentou maior conectividade com áreas protegidas, com 36% do entorno pertencente às TI Santa Inês, Araçá, Cajueiro e São Marcos. A Serra da Lua apresentou o menor percentual de conectividade (22%), sendo circundada pelas TI Moskow, Muriru e Jacamim. A conectividade com essas áreas protegidas representa uma vantagem para a criação de uma unidade de conservação por manter o fluxo genético entre populações com algum grau de proteção. Mas, de fato, representam especialmente um benefício para as TI, principalmente as de pequena extensão, por representarem locais de refúgio ou habitat preferencial para as espécies da fauna presentes na dieta dessas comunidades (Strong *et al.*, 2010).

A região da Serra da Lua foi desfavorecida principalmente nas indicações de uso do ZEE-RR (Tabela 4). A região apresenta metade da área potencial com solos de boa aptidão para a agricultura e baixa vulnerabilidade ao uso (Figura 3). No entanto, os pontos perdidos foram compensados em parte pelo alto valor de conservação indicado para 69% da área da Serra da Lua pelo ZEE. Os limites da área de conservação indicada pelo ZEE (Figura 3) pode, inclusive, auxiliar no processo de definição do limite final de uma possível unidade de conservação, minimizando significativamente os custos socioeconômicos associados a sua criação. O alto valor de insubstituibilidade observado em 70% da região sul da Serra da Lua, obtido pelo MMA (MMA/SBF, 2007) a partir de uma análise para toda a bacia Amazônica, corrobora a indicação do ZEE-RR de proteção dessa região, alinhando também as estratégias de conservação do governo federal com o ZEE-RR.

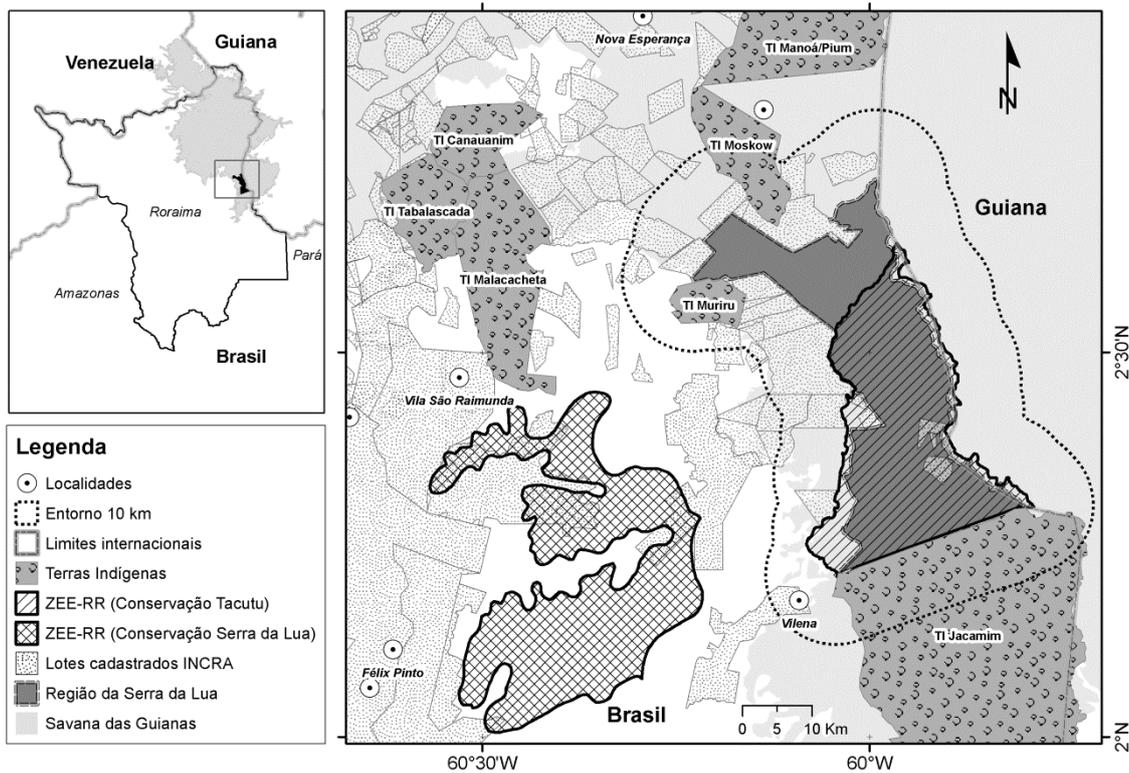


Figura 3 - Sobreposição da área potencial para a criação de uma unidade de conservação no Lavrado de Roraima (Região da Serra da Lua) identificada por este trabalho com as indicações de conservação do ZEE-RR (Conservação Tacutu e Serra da Lua).

Em relação ao uso do solo, a região da Serra da Lua foi a mais favorecida, embora exista em seu entorno um grande número de fazendas com registro oficial no INCRA e assentamentos rurais em acelerado processo de consolidação (Figura 3). A região do Rio Jauari perdeu mais de seis pontos no critério ocupação humana devido à existência de fazendas regularizadas no INCRA cuja principal atividade é a pecuária extensiva (Tabela 4). Já a região da Serra do Tucano perdeu pontos devido às atividades associadas à rizicultura e a alta densidade de localidades na região (Conceição do Mau, São Carlos, Bom Jesus, Tróia e Dona Helena e Iara, além de comunidades indígenas). As duas regiões, Tucano e Rio Jauari, também perderam pontos nessa categoria devido à densidade de estradas e a ocorrência de focos de queimadas na região.

Devido à escassez de estudos sobre a fauna e flora, a heterogeneidade de habitats e a conectividade com outros ecossistemas foram critérios utilizados como substitutos ao conhecimento da biodiversidade. A região da Serra da Lua, além de apresentar alta heterogeneidade e conectividade, possui localização oportuna para a formação de corredores ecológicos com TI, APP e áreas propostas para conservação pelo ZEE estadual. A criação de uma UC vai favorecer a realização de estudos sistemáticos e de longa duração, facilitando a comparação com estudos realizados em outras regiões. Sua localização em áreas de ecótonos com florestas e campinaranas, além da existência do maciço da Serra da Lua, ainda em ótimo estado de conservação, indica que a região deve abrigar alta diversidade de espécies ainda desconhecida.

CRITÉRIOS RELACIONADOS À GESTÃO DA UC

A indicação de critérios de pontuação relacionados à gestão de uma futura unidade de conservação foi decisiva para a indicação da área, principalmente na falta de informação consistente sobre a biodiversidade e sua relação com a heterogeneidade ambiental, critério este que não variou entre as áreas. Dentre os critérios que estão associados à gestão, direta ou indiretamente, estão (1) a ocupação humana da área, analisada com o intuito de minimizar conflitos e investimento com desapropriações e pressão de ocupação do entorno; (2) a conectividade com outras áreas protegidas, o que facilita a formação de mosaicos (i.e. corredores de dispersão) e maximiza os investimentos regionais com proteção das unidades; (3) identificação de ameaças ao uso da terra, para diminuir investimentos com fiscalização; (4) a presença de atrativos turísticos e acesso à área, que facilitam planos de uso turístico da unidade e aceitação da criação da área; e (5) as indicações do ZEE-RR, que alinham as políticas estaduais com as federais de proteção ambiental para a Amazônia, potencializando seu valor de conservação regional. A pontuação de alguns destes critérios de gestão foi decisiva para compor o valor de conservação das áreas. Por exemplo, a proporção de ocupação humana subtraiu pontos do Rio Jauari em relação às demais, e a Serra do Tucano, que apesar de obter a maior pontuação no critério conectividade com áreas protegidas, perdeu pontos em ameaças a biodiversidade.

DEFINIÇÃO DE LIMITES DAS UC

É importante esclarecer que o objetivo do GT com o método empregado não foi definir os limites oficiais de uma UC no Lavrado, mas sim de avaliar e pontuar áreas potenciais. Portanto, as áreas potenciais delimitadas não representam uma proposta final de limite para a criação de uma UC. No caso da região da Serra da Lua, apesar do complexo serrano não ter sido incluído no limite da área avaliada, essas serras já haviam sido indicadas para criação de uma UC pelo ZEE-RR (Figura 5). Sua adição à área avaliada da Serra da Lua, através de um corredor de integração, permitiria a manutenção de espécies típicas de fitofisionomias florestais nas florestas aluviais existentes nas margens do Rio Tacutu e Urubu. A inclusão do complexo de serras também é relevante por tratar-se de uma área de preservação permanente, berço de quatro importantes bacias hidrográficas da região (Cachorro, Baraúna, Urubu e Quitauau). Sua localização em áreas de ecótonos com florestas e campinaranas, além da existência do complexo da Serra da Lua, ainda em ótimo estado de conservação, indica que a região deve abrigar alta diversidade de espécies devido à estratificação vertical e heterogeneidade da paisagem.

Conclusão

LIMITAÇÕES DO MÉTODO

O processo de indicação de uma área de conservação no lavrado de Roraima, a partir da delimitação de regiões com alto valor para conservação associada a menores custos sociais e gerenciais, esbarrou na indisponibilidade de bases de dados sistematizados e atualizados sobre lotes registrados e solicitações de

registro junto ao INCRA e Instituto de Terras de Roraima – ITERAIMA. É importante que os governos federal e estadual se mobilizem para regularizar e disponibilizar essas informações tão necessárias ao planejamento territorial adequado, não apenas para os órgãos gestores, mas para a sociedade em geral. Outra dificuldade enfrentada foi a falta de dados oficiais sobre os pedidos de ampliação e dos processos de criação de terras indígenas, inferidas apenas indiretamente por informações existentes nos órgãos participantes do GT. Estudos futuros podem lançar mão de consultas às próprias organizações indígenas, que tem conhecimento dos processos em andamento nas suas áreas de atuação. No caso da Serra da Lua, por exemplo, onde as terras indígenas foram demarcadas em áreas reduzidas e na forma de ilhas (CAMPOS, 2011), contatos realizados com as lideranças indígenas após a conclusão do estudo revelaram a existência de pedidos de ampliação que se sobrepõe à parte da área indicada.

A falta de dados sistematizados sobre a biodiversidade também dificultou a indicação de uma área com base em seu valor de conservação para a fauna e flora regional. Neste estudo a heterogeneidade da paisagem foi utilizada como substituto para a falta de dados sobre a biodiversidade. No entanto, essa premissa nem sempre é verdadeira e só pode ser adotada após análises consistentes de correlação entre as características avaliadas (SARKAR *et al.*, 2005). Neste sentido, iniciativas de sistematização e disponibilização de informações sobre a biodiversidade de Roraima se fazem extremamente urgentes. Um exemplo a ser seguido é a parceria estabelecida entre o Herbário do Museu Integrado de Roraima e o INPA para a digitalização do seu acervo, que hoje se encontra disponível para consulta *on-line* na rede *Specieslink* de integração de dados de coleções científicas (<http://www.specieslink.org.br>).

INDICAÇÃO BASEADA EM CRITÉRIOS QUANTITATIVOS EXPLÍCITOS

Uma vantagem do método proposto foi fornecer ao grupo de gestores e pesquisadores argumentos quantitativo a respeito da indicação de uma área para criação de uma UC no Lavrado. Isso tornou o debate calcado em critérios explícitos e de credibilidade científica, características já descritas como vantagens do uso de métodos quantitativos no planejamento da conservação (MARGULES; PRESSEY, 2000). Sua base na análise comparativa de áreas também promoveu a reflexão a respeito de informações imprescindíveis para o processo, mas que são ausentes no Estado, resultando na produção de informações importantes sobre o Lavrado (BARBOSA; CAMPOS, 2011; BARBOSA *et al.*, 2007; CARVALHO, 2009; FERREIRA; RÖPKE; ALVES-GOMES, 2012).

Com o ritmo acelerado de ocupação das terras, associada ao baixo nível de informação sobre a exploração sustentada dos serviços ambientais de seus ecossistemas (estoque de carbono, recursos hídricos e biodiversidade), é plenamente justificável a destinação de uma área federal para conservação no Lavrado. Essa justificativa baseia-se também no fato de que o Lavrado se constitui em uma ecorregião única do Bioma Amazônia e pela responsabilidade internacional que o estado de Roraima tem com a conservação desta ecorregião; mais de 70% da área de savana estabelecida entre Brasil, Guiana e Venezuela estão presentes no Estado. Sua criação é também imprescindível para a proteção de espécies endêmicas em Roraima, para a manutenção da biodiversidade e dos processos ecológicos (NAKA, 2011; NAKA; COHN-

HAFT, 2006), além de favorecer iniciativas de pesquisa científica, turismo e educação ambiental, indispensáveis para a valorização do lavrado pela sociedade local.

Os resultados deste trabalho representam a primeira iniciativa estadual de integração de instituições de pesquisa e órgãos de gestão ambiental municipal e federal para a indicação de áreas de proteção no estado de Roraima seguindo as estratégias de planejamento integrado para a conservação. Análises como esta deveriam ser estimuladas no Estado e incorporadas metodologicamente em futuras revisões do Zoneamento Ecológico Econômico de Roraima.

Este estudo subsidiou a indicação das três áreas avaliadas (Tacutu, Jauari e Serra da Lua) como prioritárias para conservação no mapa de Atualização das Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade da Amazônia, produzido pelo Ministério do Meio Ambiente, aprovado pela CONABIO (Comissão Nacional de Biodiversidade) e publicado em Portaria do MMA (Portaria Ministerial N^o 9, de 23/01/2007, publicada no DOU de 24/01/2007).

Referências

BARBOSA, R.I. et al. The “Lavrados” of Roraima: biodiversity and conservation of brazil’s amazonian savannas. *Functional Ecosystems and Communities*, v. 1, n. 1, p. 29–41, 2007.

BARBOSA, R.I.; CAMPOS, C. Detection and geographical distribution of clearing areas in the savannas (“Lavrado”) of Roraima using Google Earth web tool. *Journal of Geography and Regional Planning*, v. 4, n. 3, p. 122–136, 2011.

BARBOSA, R.I.; MIRANDA, I. S. Fitofisionomias e diversidade vegetal das Savanas de Roraima. In: BARBOSA, R.I.; XAUD, H.A.M.; COSTA e SILVA, J.M. (Org.). *Savanas de Roraima: Etnoecologia, biodiversidade e potencialidades agrossilvipastoris*. Boa Vista, RR: FEMACT, 2005. p. 61–78.

BORGES, S. H. Listagem e novos registros de aves para a região de Boa Vista, Roraima, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi (Série Zoologia)*, v. 10, n. 2, p. 191–202, 1994.

CARNEIRO-FILHO, A. et al. Amazonian paleodunes provide evidence for drier climate phases during the late pleistocene–holocene. *Quaternary Research*, v. 58, n. 2, p. 205–209, set. 2002.

CARVALHO, C. M. O lavrado da Serra da Lua em Roraima e perspectivas para estudos da herpetofauna na região. *Revista Geográfica Acadêmica*, v. 3, p. 4–17, 2009.

CAVALCANTE, C.O.; FLORES, A.S.; BARBOSA, R.I. Fatores edáficos determinando a ocorrência de leguminosas herbáceas em savanas amazônicas. *Acta Amazonica* (no prelo), 2014.

FERREIRA, S.R.B.; RÖPKE, C.P.; ALVES-GOMES, J.A. Ictiofauna da região da Serra da Lua (Roraima, Brasil) e importância dos ambientes aquáticos de “lavrado” no interflúvio das bacias dos rios Negro, Essequibo e Orinoco. In: SCARLATO, F.C.; EVANGELISTA, R.A.O.; ARAUJO, W. F. (Org.). *Amazônia: terra e água degradação e desenvolvimento sustentável*. Boa Vista, RR: Editora da Universidade Federal de Roraima, 2012. p. 187–208.

JANKOWSKI, P. Integrating geographical information systems and multiple criteria decision-making methods. *International journal of geographical information systems*, v. 9, n. 3, p. 251–273, 1995.

MARGULES, C. R.; PRESSEY, R.L. Systematic conservation planning. *Nature*, v. 405, n. May, p. 243–253, 2000.

MARQUES, V.J. et al. Subsídios à Gestão Territorial - Zoneamento Ecológico Econômico. Zoneamento Ecológico-Econômico da Região Central do Estado de Roraima - TOMO I. Boa Vista, RR: Governo do Estado de Roraima, 2002. p. 17–84.

MIRANDA, I. S.; ABSY, M. L.; REBÊLO, George Henrique. Community structure of woody plants of roraima savannahs. *Plant Ecology*, p. 109–123, 2002.

MMA/SBF. Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007. Série Biodiversidade, v. 31, p. 1–301, 2007.

MMA/SBF. Biodiversidade brasileira: Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Brasília, D.F.: Ministério do Meio Ambiente, 2002. p. 404

NAIDOO, R. et al. Integrating economic costs into conservation planning. *Trends in ecology & evolution*, v. 21, n. 12, p. 681–7, 2006.

NAKA, L.N.; COHN-HAFT, M. The avifauna of the Brazilian state of Roraima: bird distribution and biogeography in the Rio Branco basin. *Revista Brasileira de Ornitologia*, v. 14, n. 3, p. 197–238, 2006.

NAKA, L.N. Avian distribution patterns in the Guiana Shield: implications for the delimitation of Amazonian areas of endemism. *Journal of Biogeography*, v. 38, n. 4, p. 681–696, 2011.

NASCIMENTO, S.P. Herpetofauna de Roraima: ênfase nas áreas abertas (lavrado). In: BARBOSA, R.I.; XAUD, H.A.M.; COSTA E SILVA, J.M. (Org.). Savanas de Roraima: Etnoecologia, biodiversidade e potencialidades agrossilvopastoris. Boa Vista, RR: FEMACT, 2005. p. 202.

POSSINGHAM, H.P.; FRANKLIN, J. The roles of spatial heterogeneity and ecological processes in conservation planning. In: LOVETT, G.M. et al. (Org.). Ecosystem function in heterogeneous landscapes. Springer, 2005. p. 389–406.

RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J.F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinburgh Journal of Botany*, v. 60, n. 1, p. 57–109, 2003.

SANTOS, M. P. D. A gap analysis of ornithological research in the Brazilian state of Roraima. *Biota Neotropica*, v. 12, n. 2, 2012.

SANTOS, M.P.D.; SILVA, J.M.C. As aves das savanas de Roraima. *Revista Brasileira de Ornitologia*, v. 15, n. 2, p. 189–207, 2007.

SANTOS, N.M.C.; VALE JR., J.F.; BARBOSA, R.I. Florística e estrutura arbórea de ilhas de mata em áreas desavanas do norte da Amazônia brasileira. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi (Ciências Naturais)*, v. 8, n. 2, p. 205–221, 2013.

SARKAR, S. et al. Effectiveness of environmental surrogates for the selection of conservation area networks. *Conservation Biology*, v. 19, n. 3, p. 815–825, 2005.

STRONG, J.N.; FRAGOSO, J.M.V.; OLIVEIRA, L.F.B. Padrões de uso e escolha de caça pelos índios Macuxi em Roraima. In: BARBOSA, R.I.; MELO, V.F. (Org.). Roraima: Homem, Ambiente e Ecologia. Boa Vista, Roraima: FEMACT, 2010. p. 631–644.

VISCONTI, P. et al. Habitat vulnerability in conservation planning-when it matters and how much. *Conservation Letters*, v. 3, n. 6, p. 404–414, 2010.