

CERRADO e PANTANAL



Parque Nacional do Pantanal
Foto: Zig Koch

1. Contextualização

O Cerrado, em extensão (2.039.386 km²), é o segundo maior bioma da América do Sul, ocupando cerca de 25% do território nacional. Sua área contínua incide sobre os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo, além do Distrito Federal. Nesse espaço territorial, encontram-se as nascentes das quatro maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica, Araguaia-Tocantins, São Francisco e Prata), o que resulta em considerável disponibilidade de recursos hídricos. Do ponto de vista da diversidade biológica, o Cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo, abrigando, nos diversos ecossistemas, uma flora com mais de 10.000 espécies de plantas, das quais 4.400 são endêmicas.

Em magnitude, o Cerrado é o bioma brasileiro que mais sofre alterações advindas da ocupação humana, oriundas do incremento da produção de carne, grãos e carvão vegetal e da ampliação dos modais de energia, logística e transportes, resultando assim em progressivo esgotamento de recursos naturais da região.

O mapeamento do uso do solo e da cobertura de vegetação nativa do Cerrado, o TerraClass Cerrado, ano base 2013, feito conjuntamente entre EMBRAPA, IBAMA, INPE, MMA, UFG e UFU, com uso de imagens do satélite Landsat 8, revela 54,49% do bioma mantém sua vegetação natural. Segundo o projeto, destinado ao mapeamento do uso da terra e da cobertura vegetal do Cerrado, as áreas de pastagens ocupam 29,46% do bioma, enquanto a agricultura anual representa 8,54% e as culturas perenes, 3,15%, totalizando 41,15% do uso total. Outras classes do mapeamento referem-se à silvicultura, mineração, corpos d'água, área urbana e solo exposto. Ainda restando pouco mais que a metade da cobertura vegetal natural, faz-se necessário convergir esforços para a conservação da riquíssima biodiversidade existente.

O Pantanal, uma das maiores extensões de áreas alagadas do mundo, situa-se na planície da Bacia do Alto Paraguai. Esta Bacia ocupa uma área total de quase 600.000 Km², dos quais 363.000 Km² localizadas em território brasileiro, 110.000 Km² no Paraguai e 121 Km² na Bolívia. O Pantanal se estende por uma área de 138.183 Km² em território brasileiro, 35% dos quais localizados no estado do Mato Grosso e 65% no estado do Mato Grosso do Sul. É uma área de alta diversidade biológica, revestindo-se de grande importância para a conservação. O Pantanal foi declarado Patrimônio Nacional pela Constituição Federal de 1988, Reserva da Biosfera Mundial e Patrimônio Natural da Humanidade pela UNESCO; e algumas áreas específicas foram declaradas "sítios Ramsar" no âmbito da Convenção Ramsar de Zonas Úmidas.

O bioma Pantanal é o resultado da grande influência biogeográfica dos biomas vizinhos, como o Cerrado a leste, a Amazônia ao norte e o Chaco a sudoeste. Da vegetação, que já tem catalogadas cerca de 2.700 plantas, pode-se dizer que é composta predominantemente por formações típicas do Cerrado, mas com características marcantes de ecossistemas amazônicos, de Mata Atlântica e de formações chaquenhais, onde sobrevive uma fauna exuberante. As aves se destacam, tendo sido catalogadas 660 espécies. Além disso, o Pantanal é parada obrigatória de aves migratórias que chegam à região na época da vazante a procura de peixes. A região possui um número considerável de espécies de peixes, 262; 162 espécies de répteis, 95 espécies de mamíferos e anfíbios. A região é bastante favorável à apreciação da fauna, por apresentar uma fitofisionomia de vegetação esparsa, com predominância de gramíneas e com a vegetação de porte alto se concentrando em áreas de relevo um

pouco mais elevado, formando as chamadas “cordilheiras”, que são protegidas das constantes inundações.

Segundo estudos da Embrapa, o estado de conservação da vegetação é bom e cerca de metade de sua área permanece em estado natural. Porém, sua situação vem se agravando, sobretudo em algumas áreas críticas. O crescente desmatamento, proporcionado sobretudo pelas pastagens cultivadas, pelo carvoejamento e pelo assentamento humano em áreas impróprias estão contribuindo para a perda de habitats. A redução das áreas de florestas implica na eliminação de espécies dependentes. Outros fatores que contribuem para a sua devastação são a caça predatória, responsável pela diminuição e desaparecimento de espécies importantes como a onça pintada e o lobo guará, e a remoção das matas ciliares, especialmente para permitir o acesso do gado aos cursos d’água, contribuindo para o assoreamento e a diminuição da vazão hídrica, prejudicando toda a bacia do rio Paraguai.

No Pantanal, segundo estudo realizado pela Conservação Internacional – Brasil, em 2005, a supressão da vegetação nativa até 2004 representou cerca de 17% de sua área original, totalizando aproximadamente 25.750 km². O Mato Grosso do Sul é responsável por 11% deste valor, enquanto no Mato Grosso esse índice foi de 6%. Estudos anteriormente realizados na planície pantaneira revelaram uma taxa de 0,46% de desmate por ano no período compreendido entre 1990-2000, e de 2,3% considerando o período 2000-2004. Com base nessas informações estima-se que, se mantido o ritmo atual de supressão da cobertura vegetal, dentro de pouco mais de 45 anos a vegetação original do Pantanal terá desaparecido completamente.

2. Reuniões Técnicas

O exercício de atualização das Áreas Prioritárias do Cerrado e do Pantanal ocorreu durante os anos de 2011 e 2012, período no qual ocorreram várias reuniões técnicas temáticas, com a participação resultado de pesquisadores, gestores e representantes de diversas instituições. Após a definição dos alvos e das metas, o resultado final ocorreu em uma oficina de trabalho, em Brasília, entre os dias 23 a 26 de outubro de 2012. A equipe de coordenação apresentou as etapas do processo, a metodologia e os resultados obtidos.

Em seguida, os participantes foram divididos em grupos definidos por estado para discutir possíveis ajustes à delimitação das áreas, além das ações recomendadas e nível de prioridade. Os trabalhos em grupo se seguiram pela manhã do segundo dia de oficina. Na etapa seguinte, os participantes circularam pelos outros grupos, para que todos pudessem contribuir com as discussões e com o banco de dados. Na tarde no terceiro dia de oficina todos os participantes e a equipe de coordenação se reuniu novamente em assembleia, para consolidar os resultados obtidos. As listas de convidados e de presentes estão anexas.

Tanto na primeira iniciativa quanto na atualização das áreas prioritárias, o processo foi conduzido separadamente por bioma, entretanto parte das atividades relacionadas à seleção de áreas no Cerrado e no Pantanal ocorreram conjuntamente.

3. Definição das unidades de planejamento e dos alvos

Para este exercício de priorização no Cerrado e no Pantanal foi produzida uma subdivisão em unidades de planejamento baseada em bacias hidrográficas, com área média de 40.000 ha. A utilização

de bacias hidrográficas como unidades de planejamento confere um sentido mais biológico às unidades em relação aos polígonos regulares utilizados em outros exercícios. Para isso foi utilizada a base de hydrosheds do serviço geográfico norte-americano (USGS, disponível em <http://hydrosheds.cr.usgs.gov/>). Trata-se de um sistema de mapeamento em escala global e regional, que inclui redes hidrográficas, limites de bacias hidrográficas, direção de drenagem e acúmulo de fluxo, baseado em dados de elevação de alta resolução (SRTM). Os limites das unidades de conservação federais e estaduais foram utilizados na delimitação das unidades de planejamento independentemente de seu tamanho e sobreposição com uma ou mais bacias hidrográficas, de modo que cada UC constitui uma única unidade de planejamento.

Os alvos de conservação utilizados na atualização das Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios do Cerrado e do Pantanal foram listados por especialistas. Os grupos taxonômicos discutidos para a definição de alvos de biodiversidade foram: plantas, peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos. Tais grupos foram escolhidos devido ao melhor conhecimento a respeito de sua biologia e distribuição geográfica e pelo seu potencial como indicadores de biodiversidade de outros grupos. Incluíram-se espécies ameaçadas de extinção e espécies endêmicas do Cerrado e do Pantanal, excluindo-se aquelas muito resistentes a alterações ambientais.

Ao todo foram selecionadas 1.114 espécies, sendo 444 plantas, 331 peixes, 90 anfíbios, 125 répteis, 53 aves e 71 mamíferos.

Para complementar as informações biológicas, devido à natureza heterogênea dos dados disponíveis para o Cerrado e Pantanal, foi utilizada uma base de dados formações vegetais como indicadores (substitutos, *surrogates*) de biodiversidade.

A base de dados de fitogeomorfologia foi gerada a partir do mapa de Sistema de Terras (Silva et al 2006), ampliado para contemplar toda a área de interesse, e cruzada com o mapa de vegetação (IBGE, 2003), para aumentar o detalhamento da informação. Cada unidade fitogeomorfológica foi cruzada com as unidades de planejamento para que fosse possível calcular a extensão dos remanescentes de vegetação nativa de cada feição dentro de cada unidade de planejamento. Foram também incluídas como alvos áreas importantes para manutenção de serviços ambientais. Devido à dificuldade de se obterem informações espacializadas de qualidade e com a precisão necessária para contemplar este tema, foram utilizadas apenas uma base de áreas com potencial para recarga de aquíferos.

Espécies para as quais havia menos de 20 registros foram mapeadas por meio de seleção das unidades de planejamento onde havia pontos de ocorrência conhecidos. Espécies com 20 ou mais registros foram mapeadas por meio de modelagem de distribuição potencial, utilizando o algoritmo Maxent (Phillips *et al.* 2006). Apesar desta metodologia não ter sido adotada na iniciativa de 2006, modelos de distribuição potencial têm sido frequentemente utilizados em estudos de priorização de áreas (e.g. Wilson *et al.* 2005).

O Maxent (Phillips *et al.* 2006) é uma ferramenta de modelagem que utiliza um algoritmo de máxima entropia para selecionar variáveis ambientais que melhor explicam a ocorrência de uma determinada espécie. As variáveis ambientais utilizadas geralmente descrevem clima, topografia, solo e vegetação, podendo ser utilizadas tanto variáveis contínuas quanto variáveis categóricas. A função que associa a ocorrência das espécies ao gradiente ambiental é aplicada a toda a área de interesse, resultando em um mapa que representa a probabilidade de ocorrência da espécie em cada unidade de área da região de estudo.

Para este exercício, foram utilizadas variáveis climáticas, topográficas e de solo. As variáveis climáticas foram obtidas do WorldClim (Hijmans et al. 2005; disponível em <http://www.worldclim.org/>) e consiste de uma série de mapas construídos a partir de interpolações de dados de estações meteorológicas do mundo todo entre os anos de 1950 e 2000. As seguintes variáveis climáticas foram utilizadas: temperatura média anual, variação média diária da temperatura, sazonalidade térmica, temperatura máxima do mês mais quente, temperatura mínima do mês mais frio, amplitude térmica anual, temperatura média do quadrimestre mais úmido, temperatura média de quadrimestre mais seco, temperatura média do quadrimestre mais quente, temperatura média do quadrimestre mais frio, precipitação anual, precipitação do mês mais quente, precipitação do mês mais frio, sazonalidade de precipitação, precipitação do quadrimestre mais úmido, precipitação do quadrimestre mais seco, precipitação do quadrimestre mais seco, precipitação de quadrimestre mais frio, precipitação do quadrimestre mais quente. As variáveis topográficas foram obtidas do serviço geológico dos Estados Unidos (EROS-USGS; U.S. Geological Survey Center for Earth Resources Observation and Science; <http://eros.usgs.gov/products/elevation/hydro1k.html>). Foram utilizados dados de elevação, inclinação do terreno e fluxo cumulativo de água. Por fim, os dados de solo foram cedidos pela ESALQ (Barreto et al 2010), e foram utilizadas as seguintes bases: drenagem do solo, fertilidade do solo e condições de enraizamento.

O Maxent permite ajuste de diversos parâmetros para produção dos modelos de distribuição potencial. Neste estudo foram definidos os seguintes parâmetros: 30% dos pontos utilizados para teste, média de 20 réplicas, reamostragem por Booststrap, limiar para conversão do mapa de probabilidade em mapa binário (presença e ausência) definido para cada espécie como o quantil inferior que representa 10% dos pontos de ocorrência. Os modelos obtidos foram avaliados quanto ao AUC, cruzados com as unidades de planejamento e posteriormente validados por especialistas. O processamento descrito a seguir foi implementado por meio da interface “model builder” do ArcGIS 10. Os arquivos de saída do Maxent em formato .asc, que representam as médias de 20 rodadas de cada espécie foram convertido para .img para reduzir o tamanho do arquivo. Em seguida os arquivos .img probabilísticos foram convertidos para mapas binários (presença e ausência), utilizando como valor de corte o quantil inferior que representa 10% dos pontos de ocorrência (10 percentile threshold logistic).

Todos os mapas foram apresentados a especialistas, que fizeram sugestões quanto à inclusão ou eliminação de pontos e ajustes aos modelos. Foram eliminadas áreas onde é sabido que a espécie não ocorre, ou cujos são muito antigos, e devido à redução da cobertura nativa, a região pode ter perdido o potencial para conservação de determinadas espécies. Para a maior parte das espécies o mapa final é uma combinação entre pontos de ocorrência, modelagem de distribuição potencial e ajustes apontados por especialistas. Esta abordagem foi descrita na literatura como a maneira de definir a distribuição geográfica de uma espécie que apresenta a maior acurácia na maior parte dos casos (Graham e Hijmans 2006). Em alguns casos, quando especialistas julgaram que o modelo não foi capaz de representar a distribuição de uma espécie, ele foi substituído por um mapa de pontos de ocorrência, ou redefinido com base em outros critérios, como a presença de corpos d’água, por exemplo.

O modelo de tendência ao desmatamento foi construído por meio do algoritmo SimWeighted, da ferramenta Land Change Modeler (LCM) presente no IDRISI Andes. Para isso, utilizou-se o desmatamento na área de estudo para 2002 e 2008 e também os seguintes fatores que potencialmente influenciam o uso e ocupação do solo: elevação, declividade, rodovias, centros urbanos, mineração, Unidades de Conservação e Terras Indígenas. O modelo de tendência foi regionalizado para cada bacia hidrográfica do bioma, já que os processos de desmatamento atual e pretérito são causados por fatores

distintos. Os mapas resultantes desses modelos regionalizados foram unidos em um único mapa representando a tendência à perda de habitat no Cerrado e Pantanal.

O Land Change Modeler utiliza mapas de duas datas diferentes (tempo 1 e tempo 2) para prever qual o tipo de cobertura esperada no tempo 3. Isso é realizado em duas etapas: um sub-modelo de transição potencial e o modelo de predição de mudança. No primeiro estágio, o usuário especifica as transições de interesse para o sub-modelo: de remanescente no tempo 1 (mapeamento do MMA feito com base em imagens de 2002) para desmatamento no tempo 2 (mapeamento do MMA feito com base em imagens de 2008) e especifica as variáveis que potencialmente provocam essa transição (drivers). No segundo estágio, o modelo prediz onde essas mesmas transições tem a maior probabilidade de ocorrer no futuro (tempo 3). O modelo irá descrever de que forma as variáveis preditoras incluídas potencialmente influenciam as mudanças.

4. Resultados

No Pantanal foram identificadas 19 áreas em 1998 e 50 áreas em 2006, totalizando respectivamente 59.866 e 83.562 Km² de áreas consideradas como prioridade para conservação.

No Cerrado, foram indicadas 68 áreas em 1998 e 431 em 2006, totalizando respectivamente 686.668 e 939.753 Km² de áreas prioritárias.

Houve um ganho significativo no volume de informações biológicas entre os processos de 1998 e 2006, que resultou numa melhor caracterização dos dois biomas, especialmente o Cerrado. Além disso, o mapeamento realizado em 2006 seguiu uma metodologia sistematizada, com uma carga de subjetividade menor, contribuindo para um resultado mais preciso.

As prioridades para novos inventários no Cerrado foram detectadas por meio de modelos generalizados de dissimilaridade (GDM, Ferrier 2007). O GDM é um modelo que associa dissimilaridades na composição de espécies às dissimilaridades ambientais entre pares de áreas bem conhecidas do ponto de vista da sua biodiversidade. A associação é feita por meio de modelos não lineares de regressão de matrizes, que selecionam o conjunto de variáveis ambientais que melhor explicam as dissimilaridades na composição de espécies.

Uma vez que as variáveis ambientais estão disponíveis para todo o território, é possível delimitar regiões com as mesmas características ambientais, que apresentam alta probabilidade de apresentarem a mesma composição de espécies. O terceiro passo consiste em identificar quais destas regiões não foram sujeitas a levantamentos de biodiversidade, para que sejam definidas como prioridades para estudos futuros. A análise foi feita separadamente para os seguintes grupos: plantas, anfíbios, aves, mamíferos e lagartos.

Foram selecionadas 300 áreas como prioridades para conservação no Cerrado e Pantanal, totalizando 70.237.230 hectares, que corresponde a 32% da área dos biomas (Figura 1). Trinta e uma áreas estão total ou parcialmente dentro dos limites do Pantanal. O fato de a integridade dos ecossistemas do Pantanal depender fortemente do manejo feito no planalto foi decisivo para que a definição das áreas ocorresse em conjunto. Contudo, com relação à prioridade, 69 áreas (20.610.470 hectares) foram consideradas extremamente prioritárias, 152 áreas (39.733.802 hectares) tiveram prioridade muito alta e 79 áreas tiveram prioridade alta (16.006.671 hectares).

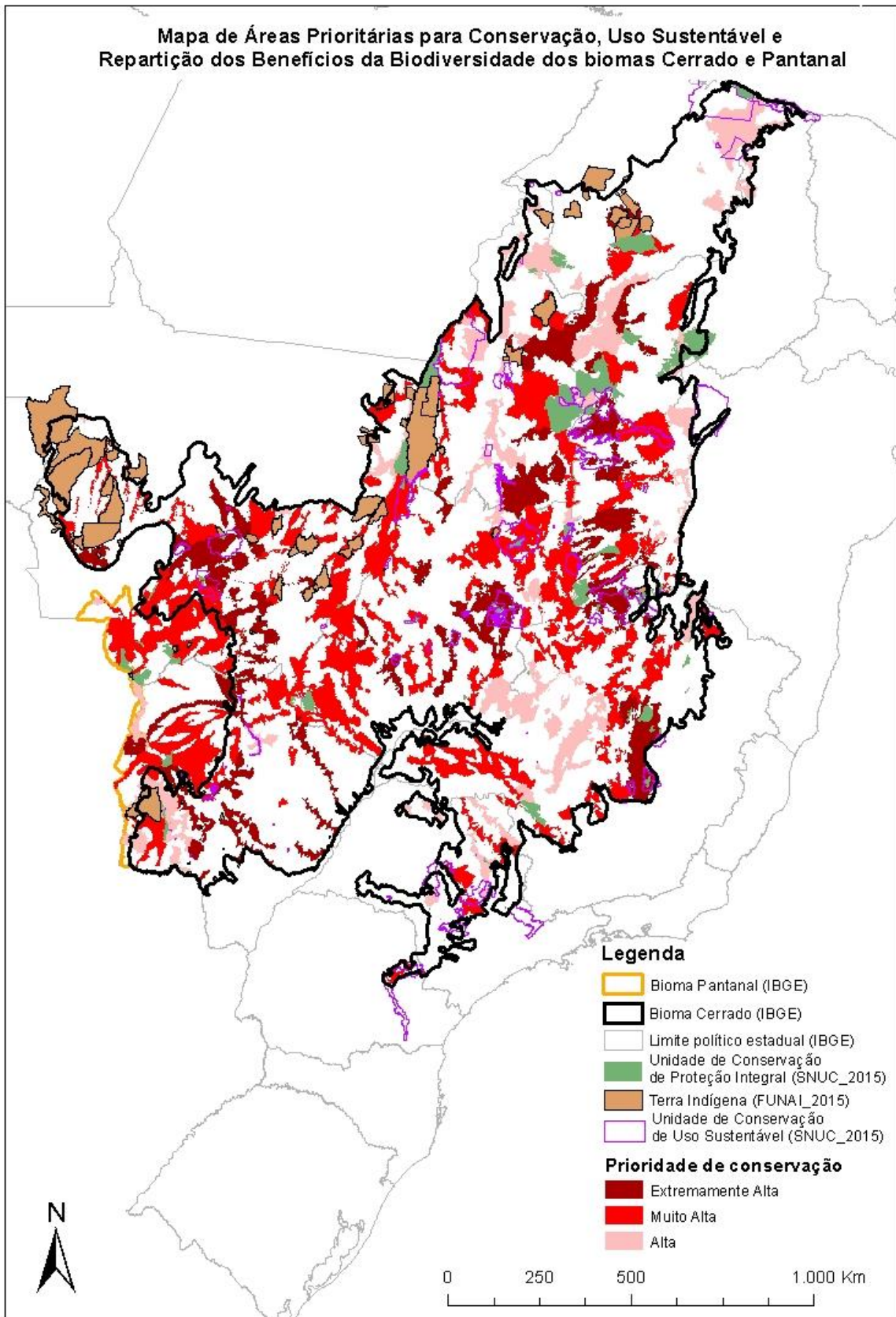


Figura 1 – Mapa de Prioridade de Conservação do Cerrado e do Pantanal.

Foram indicadas as seguintes ações de conservação pelos participantes da oficina: Criação de unidade de conservação (proteção integral, uso sustentável ou indefinido), implementação do código florestal e Cadastro Ambiental Rural, compensação ambiental, fomento a atividades de uso sustentável e estabelecimento de corredores. Uma mesma área pode ter tantas ações indicadas quanto for sua vocação. Ou seja, o fato de uma área ser indicada como prioridade para criação de unidade de conservação não significa que toda a sua extensão deva ser protegida, pois outras ações, como implementação do CAR, podem estar sugeridas para ela também. A classificação quanto ao tipo de ação prioritária está descrita na tabela abaixo:

Ação	Número de áreas	Extensão (hectares)
Criação de UC	107	30.182.996
Implementação do Código Florestal/CAR	177	43.458.845
Recuperação	104	24.893.338
Compensação	13	3.889.886
Fomento ao uso sustentável	93	26.131.002
Implementação de Corredor ou Mosaico	48	18.435.309

Referências Bibliográficas

- Barreto, A., G. Sparovek, e R. Maule. 2010. **Modelagem de Aptidão do Meio Físico para Culturas Agrícolas**. ESALQ - Piracicaba.
- Diniz-Filho, J.A.F., L.M. Bini, C.M. Vieira, M.C. Souza, R.P. Bastos, D. Brandão, L.G. Oliveira. 2004. Spatial patterns in species richness and priority areas for conservation of anurans in the Cerrado region, Central Brazil. **Amphibia-Reptilia** 25, 63–75.
- Graham, C.H. e R.J. Hijmans. 2006. A comparison of methods for mapping species ranges and species richness. **Global Ecology and Biogeography** 15:578-587.
- Margules, C. R. e R. L. Pressey. 2000. Systematic conservation planning. **Nature** 405: 243-253.
- MMA 2007. Biodiversidade 31. Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira. Nogueira, C., P. A. Buckup, N. A. Menezes, O. T. Oyakawa, T. P. Kasecker, M. B. Ramos Neto, J. M. C. Silva. 2010. Restricted-Range Fishes and the Conservation of Brazilian Freshwaters. **PlosOne**. 5(6): e11390. doi:10.1371/journal.pone.0011390
- Pressey R.L. 2004 Conservation Planning and Biodiversity: Assembling the Best Data for the Job. **Conservation Biology** 18:1677-1681
- Phillips, S. J., R. P. Anderson e R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling** 190:231-259.
- Rodrigues e Brooks 2007 Shortcuts for biodiversity conservation planning: The effectiveness of surrogates. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics** 38: 713–737.
- Trindade-Filho J. e R. Loyola. 2011. Performance and Consistency of Indicator Groups in Two Biodiversity Hotspots. **PlosOne** 6: e19746