

RISCOS DE DESMATAMENTOS E POTENCIAL DE REGENERAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA: DEFININDO PRIORIDADES E ESTRATÉGIAS TERRITORIAIS

DEFORESTATION RISKS AND REGENERATION POTENTIAL: DEFINING TERRITORIAL PRIORITIES AND STRATEGIES

Nilson Clementino Ferreira - UFG/CEFET-GO
ncferreira@uol.com.br

Manuel Eduardo Ferreira - UFG
manuel@iesa.ufg.br

Fábio Carneiro Lobo - UFG
geofclob@hotmail.com

Resumo

Nas últimas décadas, a paisagem do Estado de Goiás sofreu significativas alterações, principalmente devido a substituição de vegetação nativa por extensas áreas de agricultura e pecuária. Atualmente, da área original ocupada pelo bioma Cerrado em Goiás, restam apenas 35%, com grande potencial de serem desmatados nos próximos anos, sobretudo para a implantação de novos projetos agropecuários. Dessa forma, neste trabalho analisamos o risco de conversão das áreas remanescentes de Cerrado, assim como o potencial de regeneração da vegetação nativa nas regiões já convertidas do Estado. Num cenário mais pessimista, de acordo com o mapa de risco de conversão, 86% dos fragmentos de Cerrado remanescente em Goiás apresentam algum potencial de serem convertidos em atividades agropecuárias. Em geral, este risco é elevado em todas as meso-regiões, com exceção do Norte goiano, o qual ainda apresenta mais de 50% da cobertura nativa com baixo risco de desmatamento. Por outro lado, foi constatado que o potencial de regeneração da vegetação em Goiás é bastante favorável, com 25%, 55% e 19% da área do Estado com potencial elevado, médio e baixo, respectivamente. Este estudo conclui que, para a efetiva preservação e regeneração do Cerrado goiano, é indispensável a adoção de políticas por parte do governo estadual, somadas às iniciativas dos setores produtivos. Tais iniciativas podem ser a garantia de continuidade dos serviços ambientais, caso dos recursos hídricos, tão importantes para a manutenção da eficiente produção agrícola e pecuária do Estado de Goiás.

Palavras-chave: bioma Cerrado, risco de desmatamento, potencial de regeneração da vegetação.

Abstract

In the last decades, the landscape of the State of Goiás was deeply transformed, mainly due to the substitution of the native vegetation by areas of agriculture and pastures. Currently, only 35% of the original Cerrado area in Goiás remain pristine, though at a great risk of being converted in the near future, as the demands of the agribusiness continue to grow. Thus, in this study we evaluated both the conversion risk of the remnant Cerrado areas, as well as the regeneration potential in areas already converted. In a pessimist scenario, and according to the deforestation risk map elaborated, 86% of the remnant vegetation fragments show, at some level, a certain conversion potential. Overall, this risk is considerably high in all the meso-regions, excepting the northeastern portion of Goiás, where more than 50% of the native vegetation are still at a low conversion risk. At the same time, it was observed that the regeneration potential of the vegetation in Goiás is quite high, with 25%, 55%, and 19% of the State area with an elevated, medium, and low potential, respectively. As our data and results demonstrate, there is an urgent need for more effective government policies, in addition to proactive environmental actions and practices from the private sector. Such initiatives are certainly instrumental for the maintenance of important environmental services, as those provided by the water resources, on which we all depend, including the highly developed agribusiness in Goiás.

Key-words: Cerrado biome, deforestation risk, vegetation regeneration potential.

Introdução

O Estado de Goiás se destaca no cenário nacional como grande produtor da pecuária, responsável por um rebanho bovino de aproximadamente 21 milhões de unidades, destinado à produção leiteira e de carne, que muito contribuem com a economia goiana (SEPLAN, 2007). Na agricultura a situação é semelhante, isto é, voltada para a produção de cereais, tais como soja e milho, destinados para a exportação e suprimento do mercado interno.

Infelizmente, esta significativa produção agropecuária carrega o ônus da perda de cobertura vegetal nativa para a formação de pastagens cultivadas e áreas destinadas à agricultura. Desta forma, o Estado de Goiás, com a maior representatividade do bioma Cerrado (única federação totalmente inserida em seus limites), já converteu cerca de 220.100 Km² (64%) de cobertura vegetal nativa para a implantação de pastagens (154.750 Km²), agricultura (62.260 Km²) e núcleos rurais e urbanos (2.540 Km²). Atualmente restam pouco mais de 122.000 Km², ou 35% do território, coberto pelos remanescentes de Cerrado (Sano et. al., 2006). Um fato agravante é que esta marcante transformação na paisagem ocorreu a partir do início da década de 1970, ou seja, há pouco mais de 30 anos, persistindo até os dias atuais.

Neste cenário, faz-se importante analisar dois aspectos que são objetivos deste artigo: 1) o mapeamento das áreas de Cerrado remanescente no Estado de Goiás, que apresentam riscos imediatos de serem convertidos para uso da pecuária ou agricultura, e exigindo, portanto, maior atenção por parte de instituições governamentais, não-governamentais e privadas; 2) o mapeamento de áreas já convertidas em pastagens e agricultura, que apresentam grande potencial para regeneração da cobertura nativa, uma vez que a situação alarmante no estado requer não somente a preservação das áreas dos remanescentes, mas também a recuperação da vegetação natural em áreas já convertidas.

Desenvolvimento metodológico

O desmatamento do Cerrado goiano vem ocorrendo devido à ação de um conjunto de variáveis indutoras, tais como fatores naturais, principalmente relacionadas ao tipo de relevo, e fatores que beneficiam a implantação de atividades econômicas, tais como disponibilidade de infra-estrutura para deslocamento de mercadorias e insumos, necessários para a prática de agricultura e pecuária, somados à proximidade de centros consumidores econo-

micamente desenvolvidos e com grande quantidade de população. Essas variáveis acabam por induzir ao desmatamento, pois, de um lado, aumentam o interesse na construção do espaço de produção econômica e, por outro lado, esta construção faz com que o espaço (antes ocupado pelo cerrado nativo) passe a ter maior valor de mercado (MIZIARA & FERREIRA, 2006).

Com relação às áreas com potencial para regeneração da cobertura vegetal nativa, estas dependem, além dos aspectos físicos como relevo e proximidade da rede de drenagem, do uso do solo e do distanciamento em relação às rodovias e núcleos populacionais.

Descrição da base de dados

A base de dados utilizada representa toda a extensão geográfica do Estado de Goiás, dividida em dois grandes conjuntos: (1) dados cartográficos e temáticos; e (2) dados sócio-econômicos.

Os dados cartográficos e temáticos, produzidos na escala 1:250.000 (LOBO & FERREIRA, 2007), são constituídos pelos seguintes mapas: limite político de Goiás, localização das sedes municipais, rede de drenagem, rodovias, e cobertura e uso da terra, sendo este último obtido a partir da interpretação de imagens de satélite (sensor Landsat 7 ETM+) entre os anos de 2001 e 2002 (SANO et al., 2006).

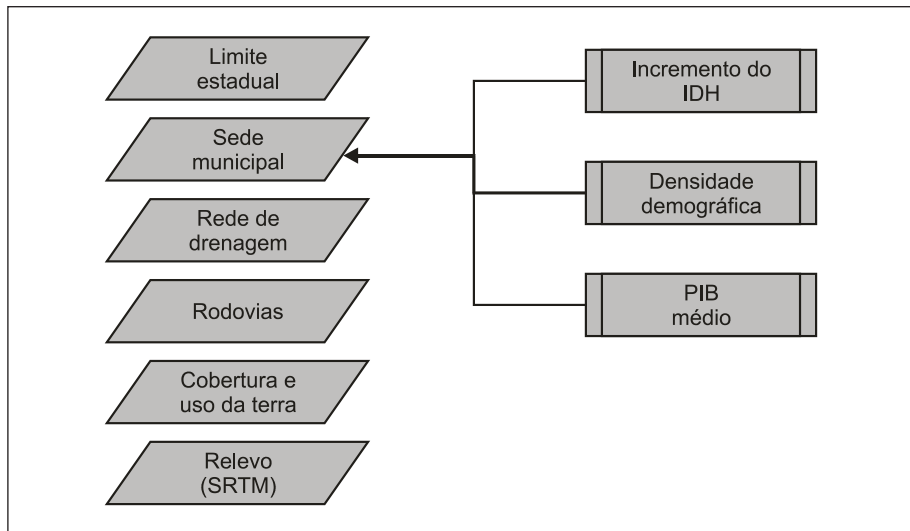
Em relação aos dados sócio-econômicos, foram consideradas três variáveis: densidade demográfica, incremento do índice de desenvolvimento humano (IDH 2004/2005), e o produto interno bruto médio dos municípios.

Todos esses dados, disponibilizados gratuitamente pelo Sistema de Informações Estatísticas e Geográficas do Estado de Goiás (SIEG - <http://www.sieg.go.gov.br>), foram especializados de acordo com a localização das sedes municipais.

O último elemento que integrou a base de dados foi o relevo do Estado de Goiás, obtidos a partir de 72 imagens produzidas pelo *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), obtidas sem custos financeiros junto ao United States National Geological Survey (USGS) através da internet no endereço <http://srtm.usgs.gov>.

Os mapas de remanescentes e uso do solo, drenagem e relevo foram empregados tanto na produção do mapa de risco de desmatamentos quanto na produção do mapa de potencial de regeneração da vegetação nativa. A Figura 1 ilustra a organização da base de dados.

Figura 1: Organização da base de dados utilizada na produção dos mapas de risco de desmatamentos e de potencial de regeneração da vegetação nativa.



Mapeamento das áreas com risco de desmatamentos

De posse da base de dados organizada, deu-se início a elaboração do mapa de risco de desmatamentos em Goiás. A construção deste mapa partiu do pressuposto de que o interesse em converter áreas cobertas por Cerrado nativo para áreas de pastagens e agricultura não é homogêneo para todo o estado. Desta forma, foram especificados alguns critérios que podem influenciar na seleção de áreas a serem desmatadas:

- Remanescentes de Cerrado próximas de áreas previamente convertidas em pastagens cultivadas e agricultura;
- Remanescentes de Cerrado próximas de rodovias (viabilidade de acesso);
- Remanescentes de Cerrado distantes de cursos d'água (devido à legislação ambiental que normatiza as áreas de preservação permanente);
- Remanescentes de Cerrado em regiões planas (viabilização de mecanização agrícola);
- Remanescentes de Cerrado em localidades de alta densidade populacional;

- Remanescentes de Cerrado em localidades de elevado incremento do índice de desenvolvimento humano; e
- Remanescentes de Cerrado em localidades com elevado produto interno bruto.

Cada um desses critérios foi aplicado utilizando-se os dados previamente organizados. A partir dos mapas de drenagem, rodovias, e de uso antrópico (mapa de conversão para pastagem, agricultura e áreas urbanas), foram produzidos mapas de distâncias euclidianas, com células (*grid*) de dimensão bidimensional de 250 metros e com valor referente à distância euclidiana entre o centro desta e a feição cartográfica utilizada como referência (i.e. rede de drenagem, rodovias, áreas de uso antrópico etc.).

Todos os mapas de distância foram normalizados entre 0 (zero) e 1. Assim, no caso do mapa de rodovias, as células com Cerrado remanescente mais próximas da malha viária passaram a apresentar maior probabilidade de serem desmatadas, recebendo valores iguais ou próximos a 1. Por outro lado, conforme estas células se distanciam das rodovias, passam a receber valores tendendo a 0. No caso do mapa de distância referente ao uso antrópico a lógica é a mesma, isto é, células correspondentes aos remanescentes de Cerrado próximas às áreas de uso antrópico tendem a possuir valores iguais ou próximos a 1 e, as mais distantes, valores tendendo a 0. Finalmente, no caso do mapa de distâncias para a rede de drenagem a lógica se inverte, de forma que as células de remanescentes próximas à rede de drenagem recebem valores iguais ou próximos a 0, sendo que as células mais distantes recebem valores tendendo a 1. Neste caso, a proximidade do curso hidrográfico favorece à regeneração do Cerrado, ao mesmo tempo que o risco de desmatamento se reduz.

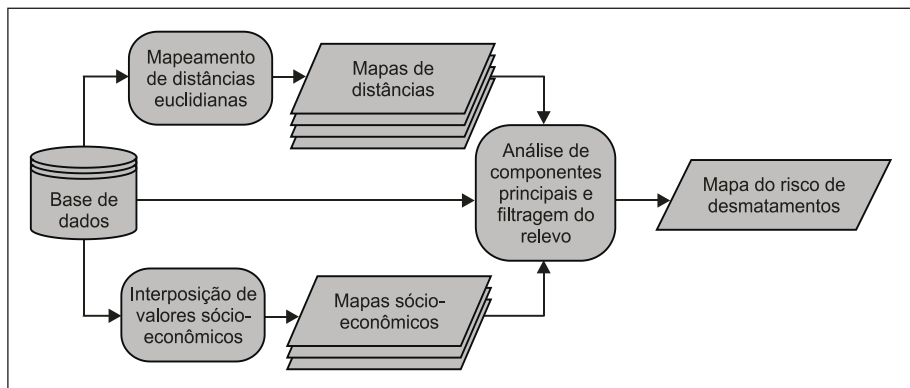
Em relação aos dados sócio-econômicos (valor médio do produto interno bruto, densidade populacional e incremento do índice de desenvolvimento humano), os mesmos foram normalizados entre 0 e 1, seguida pela espacialização dos mesmos, com base na localização pontual das sedes municipais. Num segundo momento, foram realizadas interpolações, considerando-se a média ponderada a partir do inverso do quadrado da distância entre as sedes municipais vizinhas e as células de Cerrado remanescente. Foi possível, desta forma, obter a influência numérica de cada uma das três variáveis sócio-econômicas sobre a possibilidade de desmatamento de cada uma das células com vegetação nativa de Cerrado.

Após o mapeamento de cada um dos critérios que podem influenciar no desmatamento do Cerrado remanescente, foi realizada uma análise de

componentes principais sobre o conjunto de critérios mapeados. A primeira componente principal, considerada nesta etapa, apresentou a maior parte da variância total dos dados, concentrando as informações anteriormente diluídas nos mapeamentos dos vários critérios que induzem o desmatamento dos remanescentes de Cerrado.

Ainda sobre este último mapa, foi realizada uma operação de subtração das células com declividade maior que 25°, pois nessas localidades é difícil a mecanização agrícola, além de serem áreas destinadas apenas ao uso sustentável, conforme a Lei nº 4771 de 1965 (Código Florestal). Após esta última operação, finalmente obteve-se o mapa de risco de desmatamentos para a implantação de lavouras e pecuária. A Figura 2 apresenta um diagrama simplificado sobre a produção do mapa de risco de desmatamentos para o Estado de Goiás.

Figura 2: Diagrama do fluxo de atividades para produção do mapa de risco de desmatamentos de Cerrado no Estado de Goiás.



Mapeamento do potencial de regeneração da vegetação

Para a construção do mapa de potencial de regeneração da vegetação, foram adotados três critérios que podem influenciar neste processo:

- Intensidade da cobertura vegetal, que visa discriminar as áreas de uso do solo, principalmente agricultura e pastagem, das áreas com intensa cobertura vegetal nativa;

– Proximidade de drenagem, levando-se em consideração que, quanto maior a proximidade desta, maior a possibilidade de regeneração da vegetação, devido aos aspectos jurídicos (áreas protegidas), topografia (fundo de vale) e fertilidade do solo;

– Declividade do terreno, pois, como mencionado, existe uma grande preferência por áreas planas para implantação de lavouras e pastagens, enquanto que em localidades com alta declividade estas atividades são inviabilizadas, devido aos aspectos jurídicos, ao baixo potencial produtivo e às dificuldades de mecanização e manejo.

Com base nestas informações, foi produzido o mapa de distância da drenagem, normalizado entre 0 e 1, cuja células mais distantes recebem valores iguais ou próximos a 0 (menor potencial de regeneração), e vice-versa (valores próximos a 1 indicam maior potencial de regeneração)

Em relação ao mapa de intensidade de cobertura vegetal, também em estrutura celular (formato *raster* ou imagem), as células em localidades de uso intensivo (lavouras e pastagens) recebem valor igual a zero, por apresentarem menor potencial de regeneração da vegetação nativa; na lógica inversa, as células em localidades com intensa cobertura vegetal nativa recebem valor igual a 1.

Por fim, a influência da declividade foi mapeada, atribuindo-se o valor 0 (zero) para as células de localidades planas e o valor 1 para as células em localidades com máxima declividade, ou seja com inclinação do terreno maior ou igual a 45° (maior potencial de regeneração).

Em uma etapa posterior, os três mapas foram integrados, conforme a equação 1, resultando em um único mapa que sintetiza o potencial de regeneração da cobertura vegetal em Goiás.

$$MRV_{i,j} = 0,5 \times CS_{i,j} + 0,33 \times PD_{i,j} + 0,17 \times DE_{i,j} \quad [1]$$

Onde:

MRV – Mapa de Regeneração da Vegetação;

CS – Cobertura de Solos;

PD – Proximidade de drenagem; e

DE – Declividade.

Os pesos utilizados na equação 1 correspondem à importância relativa de cada variável na escala 1:250.000, ou seja, à escala de semi-detalle a paisagem é descrita em função da cobertura dos solos, da conectividade dos remanescentes de vegetação nativa e das formas e dinâmica do relevo,

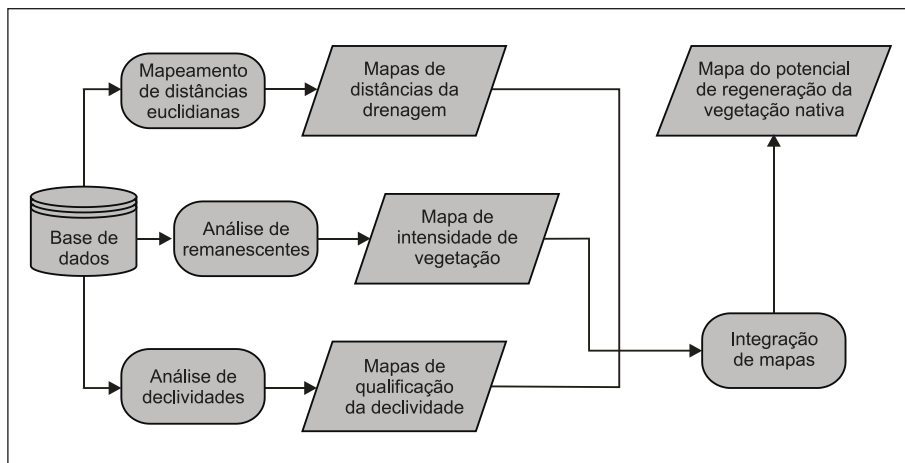
os quais são importantes indicadores do grau de regeneração da cobertura vegetal. Estes pesos foram definidos pelo método de *ranking*, através do qual o peso de uma variável é definido pela razão entre a posição desta e a soma de todas as posições, conforme se pode observar na Tabela 1.

Tabela 1: Conjunto de variáveis (e respectivos pesos) utilizadas para a geração do mapa de Potencial de Regeneração da Cobertura Vegetal.

Variáveis (mapas)	Método de Normalização	Pesos finais	Total
Intensidade de Remanescentes	$(X - X_{\text{mín.}}) / (X_{\text{máx.}} - X_{\text{mín.}})$	0,50	
Proximidade de drenagem	$(X - X_{\text{mín.}}) / (X_{\text{máx.}} - X_{\text{mín.}})$	0,33	1
Declividade	$(X - X_{\text{mín.}}) / (X_{\text{máx.}} - X_{\text{mín.}})$	0,17	

Todas as variáveis empregadas neste estudo podem ser atualizadas ou integradas com outras variáveis, conforme disponibilização de novas bases de dados ou alterações na metodologia de análise.

Figura 3: Diagrama de atividades para produção do mapa de potencial da vegetação nativa em Goiás.



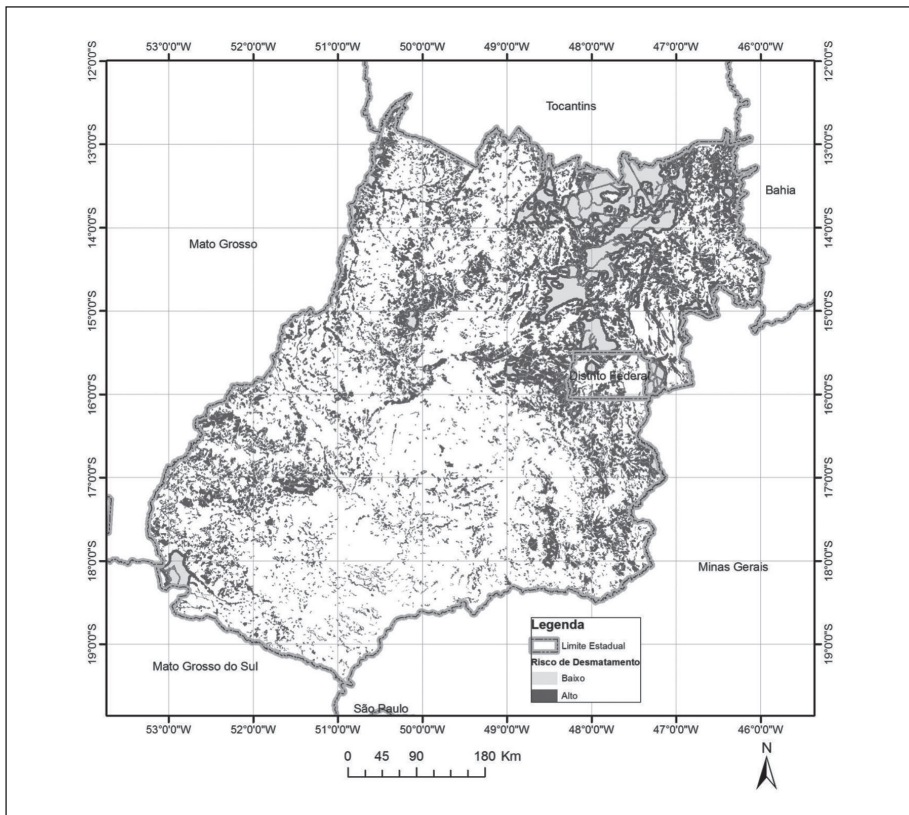
A Figura 3 ilustra, através de um diagrama simplificado, as atividades realizadas para a produção do mapa de potencial de regeneração da vegetação nativa em Goiás.

Resultados e discussões

Os levantamentos de áreas desmatadas a partir de imagens de satélite tiveram início no final da década de 1970, principalmente na floresta amazônica (FERREIRA et al., 2007). No bioma Cerrado, os levantamentos de desmatamentos começaram de forma mais intensa nos últimos anos (FERREIRA et al., 2006; SANO et al., 2006).

Normalmente, os levantamentos das áreas desmatadas têm como objetivo principal quantificar as áreas convertidas, por exemplo, em agricultura, pastagem e área urbana, sem, no entanto, realizar análises sobre os impactos causados aos remanescentes de vegetação, ao solo e aos demais elementos físicos da paisagem.

Figura 4: Mapa de risco de desmatamentos.

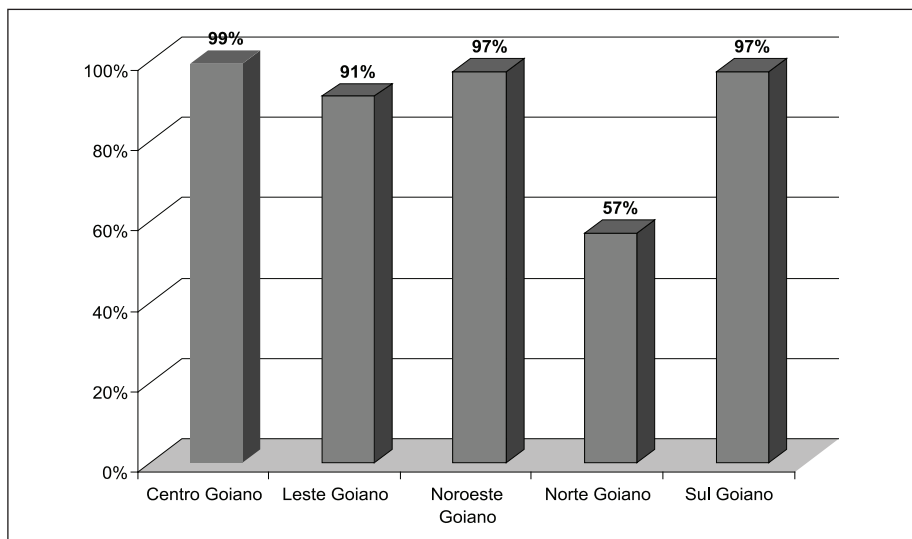


A partir dos mapeamentos sobre o risco de desmatamentos da vegetação nativa no Estado de Goiás, obteve-se um mapa que qualifica o risco de desmatamento do Cerrado goiano em alto e baixo, conforme ilustrado na Figura 4.

Devido à intensa ocupação do Cerrado goiano, houve também uma intensa fragmentação da vegetação nativa, resultando em uma grande quantidade de pequenos fragmentos que, por muitas vezes, estão localizados próximos de áreas já antropizadas, como é o caso das rodovias e das localidades de grande densidade populacional, elevado índice de desenvolvimento humano e alto produto interno bruto. Tais áreas podem ainda apresentar um relevo favorável às práticas agro-pastoris. Desta forma, 86% dos fragmentos de Cerrado remanescente em Goiás estão correndo alto risco de serem desmatados. Isto equivale a uma área aproximada de 105.612,30 Km². Somente 14% do Cerrado goiano estão em localidades que não atendem a todos os critérios considerados nesta análise e, portanto, correm baixo risco de serem desmatados.

Sob uma perspectiva regional (mesorregiões), a situação da vegetação nativa em Goiás é bastante crítica. Como pode ser observado na Figura 5, áreas cobertas por remanescentes nas meso-regiões Centro Noroeste e Sul apresentam, quase que em sua totalidade, alto risco de serem desmatadas.

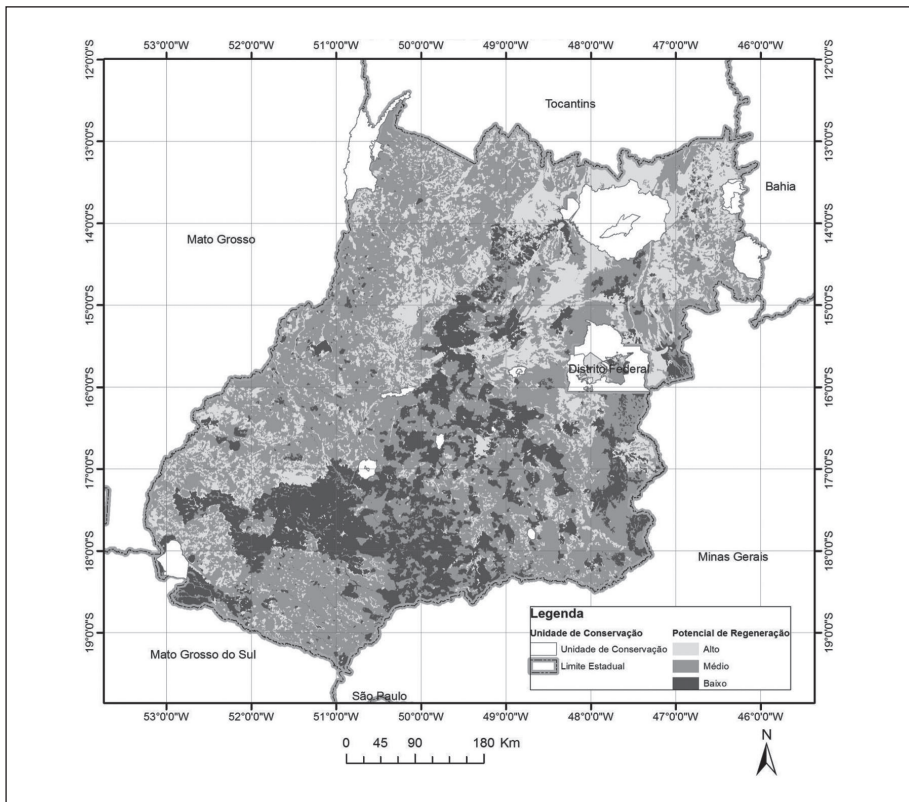
Figura 5: Áreas de cerrado remanescente com alto risco de conversão em cada meso-região do Estado de Goiás.



A situação da meso-região Leste também não é confortável, com 91% das áreas cobertas por remanescentes com alto risco de serem desmatadas. Já a meso-região Norte, atualmente em melhor situação, apresenta 57% de suas áreas cobertas por vegetação nativa com alto risco de serem convertidas.

No caso do mapeamento do potencial de regeneração da cobertura vegetal, conforme a metodologia aplicada, este considerou toda a área do Estado de Goiás e Distrito Federal. O mapa da figura 6 indica as áreas com baixo, médio e alto potencial de regeneração.

Figura 6: Mapa do Potencial de Regeneração da Cobertura Vegetal Nativa do Estado de Goiás.



Em todo o Estado de Goiás, 87.189,17 Km² (ou 25,21%) apresenta alto potencial de regeneração da cobertura vegetal nativa, seguido por

192.785,95 Km² (ou 55,75%) com médio potencial de regeneração e, finalmente, 65.847,76 Km² (ou 19,04%) com baixo potencial de regeneração. Ainda com base no mapa da figura 6, é possível observar que as regiões norte e nordeste de Goiás apresentam as maiores áreas com alto potencial de regeneração. Contudo, na porção central e sul do estado, onde a agricultura é mais intensa, estão as maiores áreas com baixo e médio potencial de regeneração. Na Tabela 1 pode-se observar o potencial de regeneração da cobertura vegetal por mesorregiões no Estado de Goiás.

Tabela 1: Proporção das áreas com potencial de regeneração (baixo, médio e alto) da cobertura vegetal nativa por mesorregião no Estado de Goiás.

Meso-região	Potencial de Regeneração		
	Alto (%)	Médio (%)	Baixo (%)
Centro Goiano	16,57%	54,65%	28,78%
Leste Goiano	37,92%	52,13%	9,96%
Noroeste Goiano	25,91%	71,42%	2,67%
Norte Goiano	44,53%	50,47%	5,00%
Sul Goiano	13,66%	54,12%	32,22%

Considerações finais

A intensa antropização do Cerrado goiano, conforme demonstrado neste estudo, torna Goiás um estado em alerta em termos ambientais, com riscos reais de desaparecimento de todo o bioma.

No que se refere ao mapa de risco de conversão, quase a totalidade dos remanescentes de Cerrado nas meso-regiões Sul, Centro e Noroeste apresentam alto risco de serem substituídos por áreas de agricultura e pecuária, restando a meso-região Norte, ainda com baixo risco de conversão.

Quanto ao mapa de potencial de regeneração, é possível perceber que a maioria das localidades nas quatro meso-regiões de Goiás apresentam médio potencial de regeneração da sua cobertura vegetal nativa, indicando, portanto, que pode ser viável a adoção de medidas para a regeneração de grande parte do Cerrado goiano, ainda que as meso-regiões Centro e Sul já apresentem cerca de 30% de suas áreas com baixo potencial de regeneração, e somente 15% com alto potencial.

Neste cenário, torna-se imprescindível a adoção de políticas por parte do governo estadual, somadas às iniciativas dos setores produtivos de Goiás, no sentido de preservar e recuperar a biodiversidade como um todo. Tais iniciativas podem ser a garantia de continuidade dos serviços ambientais, caso dos recursos hídricos, tão importantes para a manutenção da eficiente produção agrícola e pecuária do Estado de Goiás.

Referências

FERREIRA, M. E., FERREIRA, L. G. & FERREIRA, N. C. Cobertura Vegetal Remanescente em Goiás: Distribuição, Viabilidade Ecológica e Monitoramento. In: *Conservação da Biodiversidade e Uso Sustentável em Goiás. Estratégias, Prioridades e Perspectivas*, ed. L.G. Ferreira. Goiânia: SEMARH/Agência Ambiental/Banco Mundial. 2006. (no prelo).

LOBO, F. C. & FERREIRA, L. G. Vegetação remanescente nas áreas prioritárias para conservação da biodiversidade em Goiás: padrões de distribuição e características. *Revista Árvore* (submetido). 2007.

MIZIARA, F. & FERREIRA, N. C. Expansão da fronteira agrícola e evolução da ocupação e uso do espaço no Estado de Goiás: subsídios à política ambiental. In: *Conservação da Biodiversidade e Uso Sustentável em Goiás. Estratégias, Prioridades e Perspectivas*, ed. L.G. Ferreira. Goiânia: SEMARH/Agência Ambiental/Banco Mundial. 2006. (no prelo).

FERREIRA, N. C. FERREIRA, L. G., HUETE, A. R. & FERREIRA, M. E. An operational deforestation mapping system using MODIS data and spatial context analysis. *International Journal of Remote Sensing* 28: 47-62. 2007.

SANO, E. E., DAMBRÓS, L. A., OLIVEIRA, G. C. & BRITES, R. S. Padrões de cobertura de solos do Estado de Goiás. In: *Conservação da Biodiversidade e Uso Sustentável em Goiás. Estratégias, Prioridades e Perspectivas*, ed. L.G. Ferreira. Goiânia: SEMARH/Agência Ambiental/Banco Mundial. 2006. (no prelo).

SEPLAN. Secretaria de Estado do Planejamento e Desenvolvimento. Sistema de Informações Estatísticas e Geográficas do Estado de Goiás. URL <http://www.sieg.go.gov.br/> (acesso em 10 de março de 2007). 2007.

NILSON CLEMENTINO FERREIRA – Engenheiro Cartógrafo (UNESP/1990), Mestre em Engenharia (EPUSP/1997) e Doutor em Ciências Ambientais (UFG/2006).

MANUEL EDUARDO FERREIRA – Geógrafo (UnB/2000), Mestre em Processamento de Dados em Geologia e Análise Ambiental (UnB/2003) e Doutorando em Ciências Ambientais (UFG).

FÁBIO CARNEIRO LOBO – Tecnólogo em Geoprocessamento (CEFET-GO/2004), Mestre em Ecologia e Evolução (UFG/2007) e Doutorando em Ciências Ambientais (UFG).
