

## RELAÇÕES ENTRE O MEIO AMBIENTE NATURAL E A OCUPAÇÃO DO SOLO: IMPLICAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO DO CERRADO NO ESTADO DE GOIÁS – BRASIL CENTRAL

Carlos Christian Della Giustina; José Luiz de Andrade Franco

### RESUMO

A busca do entendimento da influência do meio natural sobre o comportamento das sociedades humanas tem fomentado, nas últimas décadas, estudos sociológicos, geográficos e históricos que consideram variáveis ambientais em suas análises. Com o desenvolvimento de geotecnologias, como o sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas, análises espaciais se tornaram mais precisas e menos onerosas. O presente estudo analisa, com base nessas geotecnologias, a relação entre componentes do meio físico, como geologia, geomorfologia e pedologia, e os padrões de uso e ocupação do solo, no estado de Goiás. A modificação da paisagem de áreas naturais se dá, em geral, em áreas planas, onde as condições naturais do meio físico são adequadas à mecanização agrícola e à ocupação urbana. Áreas de mineração, apesar de representarem impactos ambientais pontuais na integridade da vegetação nativa, são locais onde há maior probabilidade de ocorrência de endemismos. Tendo em vista que o meio físico influencia diretamente as tipologias vegetais, a expansão da fronteira sobre áreas planas com predominância do cerrado Sentido Restrito ou em áreas de mineração pode comprometer estratégias de conservação da biodiversidade no cerrado.

**Palavras-chave:** Uso do solo, Cerrado, conservação da biodiversidade.

## RELATIONS BETWEEN THE NATURAL ENVIRONMENT AND SOIL OCCUPATION: IMPLICATIONS TO CONSERVATION OF CERRADO AT GOIAS STATE, CENTRAL BRAZIL

### ABSTRACT

The influence exerted by natural environment on behavior of human societies, as it is currently understood, has fostered sociological, geographical and historical studies in the past decades which take environmental variables into consideration in their analyses. With the advent of geotechnologies, such as remote sensing and geographic information systems, spatial analyses became more precise and less costly. The current study analyzes, based on those geotechnologies, the relation between physical components, such as geology, geomorphology and pedology, and land use and occupation patterns, in the state of Goiás – Central Brazil. Changes in natural landscapes generally takes place in low declivity areas, where natural physical conditions are appropriate for agricultural mechanization and urban occupation. Mining areas, in spite of localized environmental impacts on the integrity of native vegetation, are locations with higher likelihood of endemism. Considering that the land directly influences plant typologies, expansion of the frontier on flat areas with predominance of typical Cerrado or in mining areas may compromise strategies for conservation of biodiversity in the Cerrado.

**Key words:** Land Use, Cerrado, Biodiversity Conservation.

---

Carlos Christian Della Giustina. Mestre em Geologia pela Universidade de Brasília e doutorando em Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília. E-mail: giustina@geologicadf.com.br. José Luiz de Andrade Franco. Doutor em História, Universidade de Brasília; Professore Pesquisador Colaborador do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília. E-mail: jldafranco@terra.com.br

---

## INTRODUÇÃO

Com o advento das geotecnologias, difundidas principalmente na década de 1990, notadamente, a combinação das ferramentas de sensoriamento remoto com os sistemas de informações geográficas, os mapeamentos da cobertura vegetal e do uso do solo se tornaram bem menos onerosos do que em períodos anteriores. A operação de uma infinidade de satélites e de softwares permitiu a realização de levantamentos cartográficos precisos, de grande cobertura e relativamente rápidos para as mais variadas finalidades. Os diversos sensores orbitais permitem diferentes visões da superfície da terra, que auxiliam em previsões meteorológicas, no planejamento urbano, no controle de queimadas e incêndios florestais, em mapeamentos geológicos e no monitoramento periódico de desmatamentos. No caso do bioma Cerrado no Brasil, há uma vasta literatura sobre mapeamentos da sua superfície, com utilização de ferramentas de geoprocessamento, sobretudo no que diz respeito à vegetação natural remanescente e ao uso e ocupação do solo (MANTOVANI & PEREIRA, 1998; SANO & BEZERRA, 2001; SANO, *et al.*, 2002; KLINK & MOREIRA, 2002; MACHADO *et al.*, 2004; SANO, *et al.*, 2007; SANO, *et al.*, 2008; FERREIRA, *et al.*, 2008; LOBO & GUIMARÃES, 2008; SCARAMUZZA *et al.*, 2008.)

Por sua vez, as ciências sociais vêm incorporando variáveis do ambiente natural em suas análises sobre a configuração das sociedades humanas (WORSTER, 1991; DIAMOND, 1997). Para Drummond (1991, p. 181, grifo original), “colocar a sociedade na natureza, enfim – implica necessariamente *“atribuir aos componentes naturais “objetivos” a capacidade de condicionar significativamente a sociedade*

*e a cultura humanas”* Assim, da mesma forma como acontece para os estudos relacionados ao uso do solo, também existe uma considerável produção acadêmica que considera a influência do meio natural nos modos de vida das sociedades (TURNER, 1920; HENESSY, 1978; HOLANDA, 1956; NASH, 1982; DEAN, 1996; DIAMOND, 1997; DRUMMOND, 1997; DRUMMOND & PEREIRA, 2007; DRUMMOND, 2007; BERTRAN, 1994; FRANCO & DRUMMOND, 2009).

Jared Diamond, em seu livro *Armas Germes e Aço*, mostra como a influência de aspectos como vegetação, geografia e topografia influenciaram as sociedades humanas no planeta e em regiões específicas como a Eurásia, a China, as Américas, a África, a Austrália e a Nova Guiné. A disponibilidade de plantas domesticáveis existente na região do Crescente Fértil permitiu o desenvolvimento da agricultura, ocasionando a mudança da dinâmica da sociedade de um padrão caça-coleta para o sedentarismo. A geografia da Eurásia, caracterizada pela extensão preferencial leste-oeste, ou seja com pouca variação de latitude, e portanto com pouca variação climática, permitiu a rápida difusão da agricultura para a atual Europa. Em contraste, nas Américas, com extensão nortesul e com barreiras geográficas, como os desertos mexicanos e a barreira dos Andes, a difusão de culturas foi menos intensa. A topografia e suas implicações climáticas também é um fator relevante na configuração da ocupação humana, como é o caso das ilhas polinésias. Povos com a mesma origem social se diversificaram culturalmente, em função da migração, para ilhas com condições ambientais distintas. Parte dos polinésios se dividiu entre Maoris e Morioris. Os Maoris ocuparam terras adequadas à agricultura na Nova Zelândia, o que permitiu

que aumentassem sua densidade populacional, estratificando a sociedade e desenvolvendo armas. Os Morioris, por outro lado, em função das condições inadequadas para agricultura no arquipélago Chatam, voltaram a ser caçadores-coletores.

Desse modo, o presente estudo procura compreender como os aspectos físicos influenciaram a configuração do uso do solo no estado de Goiás – Brasil Central. O estado de Goiás está localizado no Brasil central e seu território encontra-se 97% localizado no Bioma Cerrado (MMA, 2006). O cerrado brasileiro é um dos 25 *hotspots* mundiais (MYERS et al, 2000) e se encontra ameaçado no estado de Goiás principalmente por atividades agropecuárias, expansão urbana e mineração (KLINK & MOREIRA, 2002; RANGEL *et al*, 2007; MIZIARA & FERREIRA, 2008; SANO et al, 2008; FERREIRA et al, 2008).

Além disso, são analisadas as implicações desses padrões de ocupação do solo para a efetivação das estratégias de conservação do bioma Cerrado. Como exemplos de estratégias de conservação ameaçadas por padrões de uso do solo no estado de Goiás, estão: a meta de conservação a partir de uma abordagem ecossistêmica e a proteção de espécies ameaçadas. O Brasil é signatário do acordo estabelecido na décima Conferência das Partes da Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), realizada em Nagoya - Japão, onde as Partes se comprometem a proteger o mínimo de 17% de seus ecossistemas (Abordagem Ecossistêmica). O Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, instrumento oficial do Governo Brasileiro elaborado para dar suporte às Partes

Contratantes em atendimento do Artigo 8º da CBD, que trata da Conservação *in situ*, apresenta espécies que devem ser protegidas por Políticas Públicas do Estado.

Neste artigo foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento para o cruzamento de dados topográficos com as condições de vegetação e uso do solo no estado de Goiás. Com os resultados desse cruzamento, foi possível compreender parte das causas, processos e tendências gerais do avanço da fronteira no estado de Goiás. Os resultados mostraram, ainda, que a tendência geral de ocupação do solo, dentro dos padrões atuais, coloca em risco o cumprimento de algumas estratégias de conservação do bioma Cerrado, em território goiano.

## 1. MATERIAIS E MÉTODOS

Como base cartográfica para este estudo, utilizou-se informações do SIEG – Sistema Estadual de Estatística e Informações Geográfica de Goiás<sup>1</sup>—, tais como vegetação, geologia, recursos minerais, topografia, pedologia, uso e ocupação do solo e limites geográficos das regiões de Planejamento. As Regiões de Planejamento foram adotadas neste artigo por representarem recortes geográficos e administrativos do território, oficialmente definidos pelo Governo de Goiás, compondo áreas com características geográficas semelhantes. Além disso, utilizaram-se dados altimétricos obtidos por Interferometria por Radar na escala 1:50.000, com imagens de satélite ALOS/PALSAR FBD (*fine beam dual-polarization*) e PLR (*polarimetric*).

---

1. Disponível em <http://www.seplan.go.gov.br/sieg/> (Acesso em 15/01/2010).

As Regiões de Planejamento do Governo do Estado de Goiás, em número de 10 (dez), foram definidas na Lei ordinária 14.680 de 16 de janeiro de 2004 – Plano Plurianual – PPA, período 2004/2007, segundo os critérios abaixo<sup>2</sup> (Figura 1):

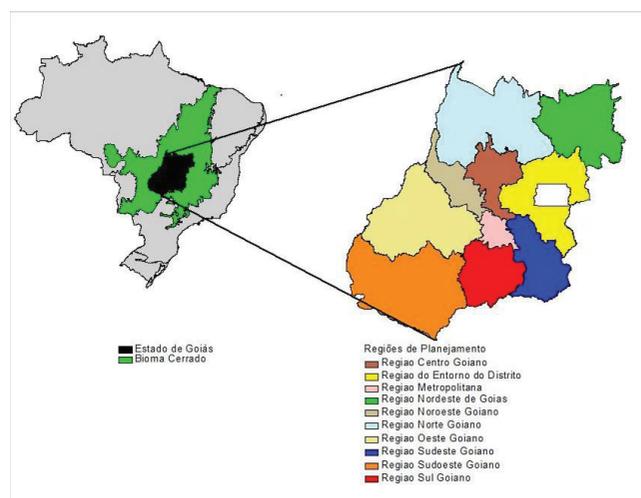
- A Região do Entorno do Distrito Federal foi definida conforme o estabelecido na Lei de criação da Ride: Região Integrada de Desenvolvimento do DF e Entorno – Lei Complementar nº 94, de 19 de fevereiro de 1998.
- A Região Metropolitana de Goiânia é definida pela Lei Complementar Estadual nº 27 de dezembro de 1999, modificada pela Lei Complementar Estadual nº 54 de 23 de maio de 2005. A Grande Goiânia compreende 13 municípios: Goiânia, Abadia de Goiás, Aparecida de Goiânia, Aragoiânia, Bela Vista de Goiás, Goianópolis, Goianira, Guapó, Hidrolândia, Nerópolis, Santo Antônio de Goiás, Senador Canedo e Trindade; a Região de Desenvolvimento Integrado é composta por 7 municípios: Bonfinópolis, Brazabrantes, Caldasinha, Caturaí, Inhumas, Nova Veneza e Terezópolis de Goiás.

- As regiões do Norte Goiano e do Nordeste Goiano, constantes no primeiro PPA (2000-2003, Lei ordinária 13.570 de 28 de dezembro de 1999), foram delimitadas em função de sua homogeneidade em termos de condições socioeconômicas e espaciais e como estratégia de planejamento para investimentos governamentais, tendo em vista minimizar os desequilíbrios

regionais.

- As outras seis regiões foram definidas tendo como critério os principais eixos rodoviários do Estado. Todos os municípios cujas sedes utilizam o mesmo eixo rodoviário para o deslocamento à Capital do Estado foram considerados pertencentes a uma mesma região de planejamento.

Figura 1 – Localização do bioma Cerrado e do estado de Goiás no Brasil e Regiões de Planejamento do Estado de Goiás, de acordo com a Lei ordinária 14.680 de 16 de janeiro de 2004.



Fonte: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm> - Bioma Cerrado e SIEG - Regiões de Planejamento do Estado de Goiás.

2. Fonte: [http://www.seplan.go.gov.br/sepin/viewcad.asp?id\\_cad=5100](http://www.seplan.go.gov.br/sepin/viewcad.asp?id_cad=5100) (acessada em 01/03/2010).

A partir dos modelos de declividade e de uso do solo (ano base 2002), disponibilizados pelo SIEG, foi possível fazer uma correlação entre ambos, por meio de tabulações cruzadas.

O arquivo de uso do solo do SIEG dispunha de informações organizadas por regiões de planejamento, vegetação, e situação e tipo de uso do solo (se derivada ou conservada). Por áreas derivadas, entende-se a ocupação por agricultura, pecuária, urbanização e mineração, enquanto áreas conservadas referem-se a paisagens naturais.

Os dados de declividade e uso do solo foram então cruzados com as regiões de planejamento e, posteriormente, as áreas dos polígonos foram calculadas. Após o cálculo das áreas, foram gerados gráficos desses resultados por Região de Planejamento. Todas as operações computacionais foram realizadas por meio do programa computacional *Arcgis*.

Por fim, os dados tabulares gerados foram exportados para planilhas Excel, nas quais estes foram analisados a partir das variáveis: região de planejamento, declividade – em intervalos de 5% e maiores ou menores que 30% —, além da situação da paisagem — derivada ou conservada. A partir dos resultados obtidos, foram gerados os gráficos de declividade versus uso do solo do estado e por Região de Planejamento. Os gráficos serviram de base para representação dos resultados e para a conclusão deste estudo.

O limite de 30% de declividade foi definido em função da legislação federal brasileira<sup>3</sup> que proíbe o parcelamento de solo para fins urbanos em declividades maiores que 30%. Além disso, a mecanização de áreas com declividades maiores que 30% não são usuais.

## 2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em geral, a configuração geológica, sob a ação do clima, molda as formas de relevo. No estado de Goiás, áreas de chapada, de escarpa, vales e de dissecação intermediárias são paisagens geomorfológicas típicas do bioma Cerrado, influenciadas pelos aspectos litológicos. A interação dos atributos da geologia, do relevo e do clima resulta na gênese de diferentes tipos de solo. Áreas planas, com baixa declividade, associadas às coberturas sedimentares ou antigas cadeias de montanhas aplainadas<sup>4</sup> pelo intemperismo, são cobertas predominantemente por latossolos. Áreas com declividades intermediárias são cobertas por cambissolos<sup>5</sup>; escarpas, por solos litólicos; e, fundos de vale, por gleissolos. A química da rocha também influencia a fertilidade dos solos, como é o caso das terras roxas associadas aos basaltos, localizados no sudoeste do estado de Goiás (LACERDA FILHO *et al.* 2000).

O tipo de solo, por sua vez, controla a fitofisionomia e, conseqüentemente, a fauna as-

3. Lei Federal 6766, de 19 de dezembro, de 1979 – Lei de Parcelamento de Solo Urbano.

4. As coberturas sedimentares citadas são representadas, por exemplo, pelas Formações Botucatu, Bauru e Serra Geral, agrupadas na Bacia Sedimentar do Paraná, com 250 milhões de anos, que ocorrem na região sudoeste de Goiás. Antigas cadeias de montanhas são representadas por unidades Neoproterozóicas formadas em ambiente litorâneo, como o grupo Paranoá, com 550 milhões de anos, observado na região entre o Distrito Federal e Alto Paraíso de Goiás.

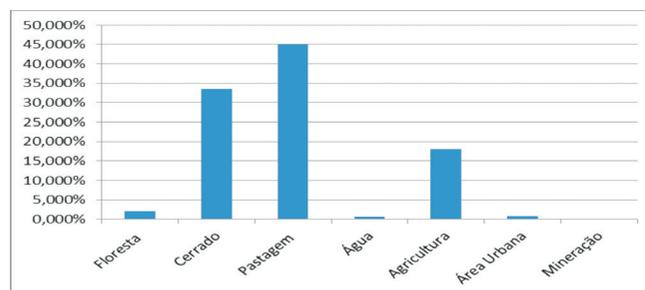
5. Um exemplo disso são os terrenos acidentados da região de Cavalcante, Monte Alegre de Goiás e Campos Belos, associadas ao Grupo Araí, rochas formadas em ambiente de rift – uma estrutura geológica formada pela separação de continentes, naquele caso, separados há 1.7 bilhões de anos.

sociada. Latossolos, em geral, estão associados ao cerrado Sentido Restrito; cambissolos, ao cerrado rupestre; gleissolos, às matas de galeria (RIBEIRO & WALTER, 2008). Por fim, a ocupação humana está associada, em boa medida, a todos esses fatores. O avanço da fronteira no Brasil Central, historicamente, se deu em boa medida pela busca por áreas com solos férteis, mecanizáveis e por bens minerais (BERTRAN, 1996).

Segundo Sano (*et al*, 2008), restavam, em 2002, aproximadamente 35% de áreas conservadas no estado de Goiás e apenas 0,9% e 3,5% encontram-se protegidos na forma de unidades de conservação de proteção integral e uso sustentável, respectivamente. É alarmante (LOBO & GUIMARÃES, 2008). Estes valores estão bem abaixo das metas nacionais e internacionais de proteção<sup>6</sup> estabelecidas em um mínimo de 17%.

Em 2002, em termos de percentual de área ocupada, as pastagens destinadas à atividade pecuária, predominavam com 45%, seguida pela agricultura com 18%, da área total do estado de Goiás. As áreas urbanas e de mineração somam menos de 1% do território goiano (Figura 2).

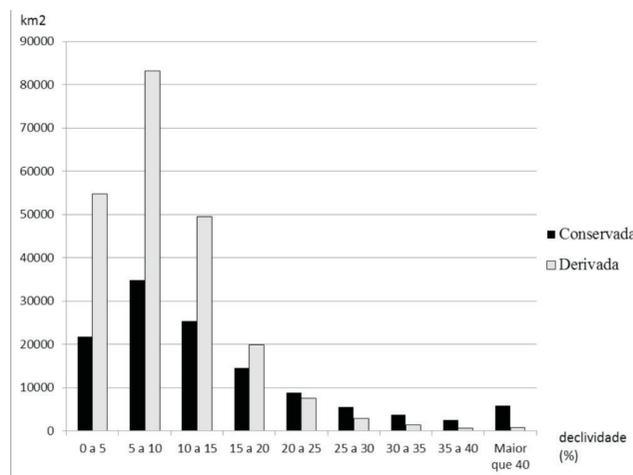
Figura 2 – Vegetação e Uso do Solo no estado de Goiás (situação em 2002).



Fonte dos dados originais: SIEG.

O gráfico que consta da Figura 3 mostra a situação da paisagem do estado de Goiás em função da declividade. Os resultados refletem a “preferência” da ocupação humana por áreas de baixa declividade. Observa-se pelo gráfico, que ocorre uma inversão na ocupação do solo a partir do intervalo entre 20 e 25%, onde os percentuais de remanescentes de vegetação nativa superam as áreas derivadas. Considerando o limite de 30%, a ocupação humana das áreas com declividade inferior a este valor abrange 63% do território do estado de Goiás, enquanto menos de 1% deste total se encontram em situação de relevo acentuado.

Figura 3 – Total de áreas conservadas e derivadas no estado de Goiás, por intervalo de declividade - situação em 2002.



Base de dados: SIEG (uso do solo) e dados altimétricos obtidos das imagens de satélite ALOS/PALSAR FBD (*fine beam dual-polarization*) e PLR (*polarimetric*).

Há de se considerar, *a priori*, que áreas de maior declividade apresentam limitações operacionais e legais, tanto para a mecanização

6. disponível em <http://www.cbd.int/abs/>.

quanto para a ocupação urbana. A alta valorização dessas áreas, que pode ser observada em qualquer pesquisa simplificada de preços de terras rurais e urbanas, também corrobora a afirmação da preferência da ocupação e do avanço das fronteiras em terras planas, visto que o preço é, em boa medida, controlado pela demanda. Existem exceções ou particularidades que podem fugir à regra, como é o caso das áreas de mineração e das ocupações informais urbanas. No entanto, mesmo nas exceções, o fator relevo tem importância, pois as áreas de maior declividade, por terem custo mais baixo, sobram para outros usos, como para a criação de unidades de conservação e para a ocupação urbana irregular.

## ANÁLISE POR REGIÃO DE PLANEJAMENTO

A Tabela 1 apresenta as dez regiões de planejamento, com seus respectivos percentuais de área sobre o total do território goiano. Os gráficos que constam nas Figuras 4 e 5 ilustram os resultados, por Região de Planejamento, dos cruzamentos dos dados de declividade com a situação da paisagem.

Tabela 1 - Distribuição percentual da representatividade territorial das regiões de planejamento do estado de Goiás.

Região de Planejamento	km <sup>2</sup>	%
Região Sul Goiano	24.877,5	7,4
Região Centro Goiano	18.471,8	5,5
Região Nordeste Goiano	38.808,3	11,5
Região Noroeste Goiano	15.513,3	4,6
Região Norte Goiano	58.776,8	17,4
Região Oeste Goiano	52.566,6	15,5
Região Sudeste Goiano	24.958,9	7,4
Região Sudoeste Goiano	60.970,7	18,0
Região Metropolitana	7.302,1	2,2
Região do Entorno do Distrito Federal	35.937,5	10,6
Total do estado de Goiás	338.183,4	100,0

Fonte: SIEG.

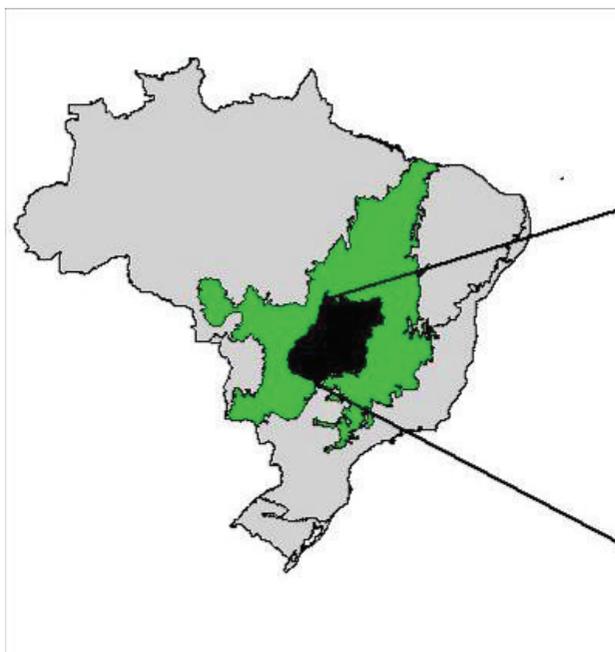
As porções sul e oeste do Distrito Federal, situadas na Região de Planejamento do Entorno do Distrito Federal, são marcadas por grandes ocupações urbanas desordenadas, como é o caso dos municípios de Águas Lindas de Goiás, Luziânia, Cidade Ocidental, Novo Gama, Valparaíso de Goiás e outras. Municípios como Padre Bernardo, Água Fria de Goiás e Mimoso de Goiás ainda apresentam considerável porção de áreas naturais, apesar de serem municípios de base agropecuária. Essas áreas estão representadas no gráfico da Figura 4.1 e compreendem 50% da região. Vale assinalar que, ainda nessa região, há uma grande área plana preservada pertencente ao Exército Brasileiro, localizada no limite leste do Distrito Federal. No entanto, não existem unidades de conservação de proteção integral na Região.

A Região Metropolitana de Goiânia é a que tem a menor incidência de áreas naturais (Figura 4.2), com percentuais inferiores a 7%, apesar de ter duas unidades de conservação de proteção integral (Parque Estadual Altamiro Pacheco e Parque Estadual Telma Ortegal) e uma de uso sustentável. Obviamente, a ocupação urbana tem grande importância na configuração da paisagem da região, favorecida pela grande incidência de áreas planas (95% do total da região).

A Região de Planejamento Nordeste, onde se localizam os municípios de Alto Paraíso de Goiás, Cavalcante, Monte Alegre e Nova Roma, entre outros, é aquela com maior percentual de áreas preservadas do estado de Goiás, como mostra a Figura 4.3. É também uma região com alta incidência de unidades de conservação, como o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros e o Parque Estadual de Terra Ronca, a APA de Pouso Alto, APA das Nascentes do Rio Vermelho, APA da Serra Geral

de Goiás, além de diversas RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Figura 4 - Distribuição percentual das áreas conservadas e derivadas, em função da declividade (em %), nas Regiões de Planejamento do Entorno do Distrito Federal, Metropolitana de Goiânia, Nordeste e Noroeste — situação em 2002.

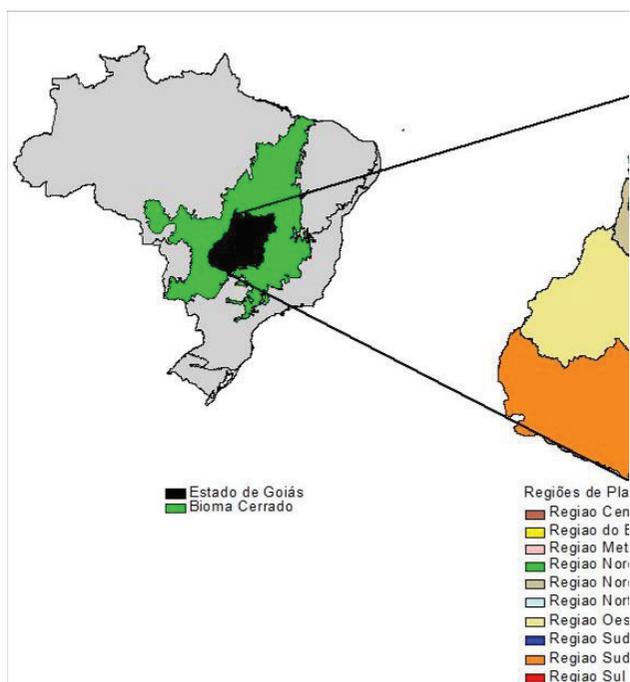


Fonte dos dados originais: SIEG.

A Região de Planejamento Nordeste, onde se localizam os municípios de Alto Paraíso de Goiás, Cavalcante, Monte Alegre e Nova Roma, entre outros, é aquela com maior percentual de áreas preservadas do estado de Goiás, como mostra a Figura 4.3. É também uma região com alta incidência de unidades de conservação, como o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros e o Parque Estadual de Terra Ronca, a APA de Pouso Alto, APA das Na-

scentes do Rio Vermelho, APA da Serra Geral de Goiás, além de diversas RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural.

Figura 5 - Distribuição percentual das áreas conservadas e derivadas, em função da declividade (em %), nas Regiões de Planejamento Centro, Norte, Sul, Sudeste e sudoeste - situação em 2002.



Fonte dos dados originais: SIEG.

Trata-se de uma área onde a fronteira agrícola foi barrada pelo relevo acidentado, que, além de impossibilitar a mecanização, prejudica a instalação de infraestrutura viária. Há, também, as restrições legais representadas pelas áreas protegidas. Avançaram as atividades ligadas ao ecoturismo, de fato, mais sustentáveis do que atividades agropecuárias convencionais. Além disso, foram favorecidas, pela difícil acessibilidade, comunidades como os quilombolas – Kalungas, que sobreviveram “seguros” por muitos anos (JESUS, 2007).

As Regiões Noroeste, Norte e Centro têm em comum a ocorrência de províncias minerais (Figura 4.4, 5.1 e 5.2). Um exemplo é a ocorrência de rochas de idade arqueana, formadas há mais de 2,5 bilhões de anos, como o caso dos municípios de Crixás, Goiás e Pilar, localizadas nas Regiões Norte, Noroeste e Centro, respectivamente. Trata-se, no caso específico destes municípios, de conjuntos litológicos denominados genericamente de *Greenstone Belts*<sup>7</sup>. Em função de processos geológicos, em geral, terrenos antigos tendem a apresentar maior probabilidade de ocorrência de depósitos minerais. Vários são os exemplos de depósitos de interesse econômico, neste contexto geológico, em Goiás: a) Região Norte — esmeralda em Santa Terezinha, ouro em Mara Rosa, Porangatu e Crixás, níquel em Niquelândia; b) Região Centro — chumbo e zinco em Morro Agudo, ouro em Pilar, níquel e bauxita em Barro Alto; c) Região Noroeste — ouro em Faina e no município de Goiás.

Os gráficos das Figuras 4.4, 5.1 e 5.2

mostram que existem similaridades entre as três regiões. A atividade de mineração certamente apresenta impactos ambientais pontuais na escala de uma análise regional, sobretudo quando se compara com as atividades agrícolas convencionais. Entretanto, a mineração representa impactos sociais significativos, pois tem potencial de oferta de emprego e renda, gerando fluxos migratórios. Não obstante, toda atividade mineral tem um fator — o tempo limitado de operação — como “gargalo”, no que diz respeito à sustentabilidade. O tempo limitado de duração causa grandes traumas sociais quando não há previsão de programas sociais que atuem na mudança da matriz produtiva para quando do encerramento da exploração da jazida (DRUMMOND & PEREIRA, 2007; SILVA & DRUMMOND, 2007).

Depósitos minerais nada mais são do que anomalias geológicas. Essas anomalias estão associadas a determinadas estruturas geológicas, como contatos entre camadas, falhas, dobras, vulcanismo e outras. A anomalia geológica se configura quando a constituição química ou as propriedades físicas das rochas em um ponto tem algo diferente do *background* regional — um teor elevado de ouro, de cobre ou de esmeralda são anomalias geológicas. Um depósito de ouro, por exemplo, só tem valor porque, naquele ponto, a concentração desse elemento é maior do que os teores em seu entorno.

Se considerarmos que a geologia está na raiz e a vegetação no topo deste sistema de componentes ambientais, então anomalias geológicas vão gerar tipologias vegetacionais dife-

---

7. O nome greenstone belt deriva do mineral olivina, de cor verde, que compõe rochas ultramáficas, geradas a partir da fusão do Manto da Terra, ao longo de períodos geológicos mais antigos, como o Arqueano e o Paleoproterozóico (entre 4.5 e 2.0 bilhões de anos).

renciadas. Adaptando o conceito de anomalia geológica para anomalia ecossistêmica, podemos deduzir que essas áreas têm alta probabilidade de ocorrência de endemismos de espécies da fauna e da flora. Sendo assim, paisagens raras e sensíveis, como os campos de murundu, amplamente cobiçados por serem considerados excelentes depósitos de areia; são produtos de interações de componentes do meio físico e biótico que propiciaram a formação de condições ambientais adequadas ao desenvolvimento daquele peculiar grupo de organismos ali encontrados.

Um exemplo do conflito entre mineração e endemismo pode ser observado em regiões com ocorrência de rochas calcárias, amplamente cobiçadas pela indústria do cimento. Calcários são rochas formadas por carbonatos de cálcio e magnésio e são utilizadas como principal matéria-prima do cimento. Por se tratar de uma rocha solúvel em água, os calcários são os principais meios geológicos formadores de cavernas. A espécie de morcego *Lonchophylla dekeysseri*, a única endêmica do Cerrado Brasileiro, vive em cavernas do Distrito Federal e de Goiás (MARINHO-FILHO, 1996) e encontra-se na categoria Vulnerável, no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA & FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2008). Essas áreas, nestas duas unidades da federação, encontram-se quase integralmente requeridas para pesquisa ou exploração mineral<sup>8</sup>, junto ao DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral para utilização na indústria do cimento. Por sua vez, o MMA (Ministério do Meio Ambiente) desen-

volve o “Programa Nacional de Conservação do Morceguinho do Cerrado”, o *Lonchophylla dekeysseri*.

Apesar da existência de uma infinidade de ecossistemas decorrentes dos diversos contextos geológicos dessas três regiões, há apenas três unidades de conservação: a) Região Norte: o Parque Estadual do Araguaia, com menos de 5.000 ha; b) Região Noroeste, o Parque Estadual da Serra Dourada, com aproximadamente 30.000 há; c) Região Centro, o Parque Estadual do Jaraguá, com menos de 3.000 ha.

Embora a mineração influencie diretamente a dinâmica social, são as atividades agropecuárias, no que diz respeito à dimensão da área, as grandes responsáveis pelos resultados observados nas Figuras 4.4, 5.1 e 5.2 (BARREIRA, 1997). Além disso, a Região Centro sofre também forte influência de áreas urbanas, como a cidade de Anápolis.

As regiões de planejamento Sul, Oeste, Sudoeste e Sudeste apresentam a maior perda de áreas conservadas em termos absolutos, pois, além dos elevados percentuais de áreas derivadas, juntas elas representam 49% do território de Goiás. Essas quatro regiões constituem o grande polo de produção agrícola do estado e, sem fugir à regra, a ocupação se deu predominantemente em áreas planas onde havia a fitofisionomia “cerrado Sentido Restrito” (Figuras 5.3, 5.4, 5.5 e 5.6).

Na Região Sudoeste Goiano e em parte das regiões Sul, Oeste e Sudeste se encontram municípios importantes do ponto de vista da produção econômica, como Jataí, Rio Verde e Mineiros. Em função da geologia da região,

8. <http://sigmine.dnpm.gov.br/>

com grande incidência de basaltos da Formação Serra Geral, o que gera solos com alta fertilidade natural (terra roxa), trata-se de uma região ocupada predominantemente pela monocultura de grãos. A Região Sul Goiano, onde se encontram as cidades de Caldas Novas e Rio Quente, apesar de ser um importante polo turístico, é também importante produtora de itens agropecuários. Nas regiões Oeste e Sudoeste existem duas unidades de conservação de proteção integral, o Parque Estadual de Paraúna e o Parque Nacional das Emas, respectivamente. A situação do Parque Nacional das Emas é emblemática, pois fenômenos de fragmentação de habitats e de insularização de remanescentes de vegetação natural parecem refletir, em menor escala, os fenômenos ocorridos no Bioma como um todo (GANEM, 2007). Além disso, existem ainda, na Região Sul, o Parque Estadual da Serra de Caldas e o Parque Estadual da Mata Atlântica.

Em todas as Regiões de Planejamento, as áreas com declividades menores que 30% são as mais alteradas, tanto em termos absolutos como em termos percentuais (Figuras 5 e 6). Esse fato não deve ser entendido como uma sugestão de que não há ameaças em áreas com maiores declividades, visto que em todas as áreas a proporção também ficou equilibrada entre áreas derivadas e áreas conservadas. No entanto, a tendência é que essa proporção se mantenha para áreas de maior declividade, pois os remanescentes provavelmente existem por causa das grandes dificuldades naturais de ocupá-las. Por outro lado, caso as áreas planas remanescentes não tenham algum tipo de restrição à ocupação, de preferência a criação de

unidades de conservação de proteção integral e a aplicação das previsões legais do Código Florestal Brasileiro<sup>9</sup>, certamente elas serão ocupadas, porque se prestam à atividade produtiva. A ocupação de todas as áreas planas, onde se encontram os cerrados Sentido Restrito, inviabiliza a proteção dos 17% do bioma Cerrado a partir de uma abordagem ecossistêmica.

### 3. CONCLUSÃO

O presente artigo teve como objetivos demonstrar a correlação entre relevo e uso do solo no estado de Goiás e discutir as suas implicações para as estratégias de conservação do bioma Cerrado em terras goianas. Foi visto ainda que outros aspectos do meio natural, como a ocorrência de certos recursos naturais, também influenciam o processo de modificação da paisagem, inclusive de forma qualitativa, como no caso das atividades minerárias.

A questão principal deste artigo foi avaliar os padrões gerais de ocupação do solo e como estes ameaçam a conservação da biodiversidade a partir de uma abordagem ecossistêmica. Portanto, não foi objetivo deste estudo calcular numericamente, a correlação exata entre declividade e uso do solo, mas mostrar que esta relação, notoriamente observada em campo, pode comprometer determinados tipos de ecossistemas, como o cerrado Sentido Restrito e áreas de interesse minerário associadas à ocorrência de endemismo.

Os dados apontaram para a definição de quatro diferentes contextos gerais de situações

---

9. Lei 12.651 de 28 de maio de 2012.

da paisagem, sob o ponto de vista da influência do meio físico. As regiões do norte do estado apresentam os maiores percentuais de áreas com maiores declividades e, portanto, são as áreas mais conservadas. As regiões do entorno das duas metrópoles (Brasília e Goiânia), obviamente, são ocupadas por áreas urbanas. Não foi coincidência, mas essas duas cidades planejadas foram definidas sobre áreas planas. As Regiões Norte, Noroeste e Centro apresentam forte influência de atividades minerárias, onde há maior probabilidade de ocorrência de endemismo. Por fim, áreas do sul do estado, fortemente influenciadas pelas excelentes condições edáficas, são favoráveis à monocultura mecanizada de grãos.

Ficou demonstrado que, apesar das particularidades de cada Região de Planejamento, como endemismo em áreas de mineração, a fitofisionomia cerrado Sentido Restrito é a tipologia vegetacional mais ameaçada no estado de Goiás. Não obstante, demonstrou-se também que algumas políticas públicas de proteção da natureza estão longe de alcançar efetividade, escala e boa distribuição física, sobretudo a partir de uma abordagem ecossistêmica. Planejamentos do território, em diferentes níveis de governo, federal, estadual e municipal, baseados em uma contextualização que considera, conjuntamente, atributos naturais e socioeconômicos certamente teriam maior probabilidade de atingir efetividade no que diz respeito à proteção da natureza. A criação de unidades de conservação de Proteção Integral e a definição de reserva legal em áreas planas são estratégias positivas no intuito de modificar os padrões atuais do avanço da fronteira para modelos que perpetuem os processos evolutivos naturais do Bioma Cerrado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARREIRA, Celina Cunha Monteiro Antunes. *C. Região da Estrada do Boi: Usos e Abusos da Natureza*. Goiânia: Editora da UFG, 1997.

BERTRAN, Paulo. *História da terra e do homem no Planalto Central: eco-história do Distrito Federal – do indígena ao colonizador*. Brasília: Solo, 1994

DEAN, Warren. *A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira*. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DIAMOND, Jared. *Armas Germes e Aço: os destinos das sociedades humanas*. Ed Record. Rio de Janeiro, 1997.

DRUMMOND, José Augusto Leitão. *Devastação e Preservação Ambiental no Rio de Janeiro*. Editora da Universidade Federal Fluminense. Niterói. Rio de Janeiro, 1997.

DRUMMOND, José Augusto Leitão. PEREIRA, Mariângela de Araújo Póvoas. *O Amapá nos tempos do Manganês: Um Estudo sobre o Desenvolvimento de um Estado Amazônico – 1943-2000*. Garamond. Rio de Janeiro, 2007.

DRUMMOND, José Augusto Leitão. *A História Ambiental: temas, fontes e linhas de pesquisa. Estudos Históricos*, Rio de Janeiro, vol 4, n 8. pag 177-197, 1991.

DRUMMOND, José Augusto Leitão. *Áreas de Fronteira, Recursos Naturais e Dinâmicas Sociais*. In: *Ideias para o Ensino das Ciências*; Vol 1 No 1. Universidade Estadual de Londrina, 2007.

- FERREIRA, Manuel. Eduardo; FERREIRA, Laerte Guimarães; FERREIRA, Nilson Clementino. *Cobertura vegetal remanescente em Goiás: distribuição, viabilidade ecológica e monitoramento*. In: Ferreira, L.G. (Org.). *A encruzilhada socioambiental – biodiversidade, economia e sustentabilidade no cerrado*. Goiânia, Editora UFG, p. 169-186, 2008.
- FRANCO, José. Luiz de Andrade; DRUMMOND, José Augusto Leitão. *Proteção à Natureza e Identidade Nacional no Brasil: anos 1920-1940*. ed. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, v. 1, 2009.
- GANEM, Roseli Sena. *Políticas de Conservação da Biodiversidade e Conectividade de Remanescentes do Cerrado*. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável, 2007.
- HENESSY, Alistair. *The Frontier in Latin American History*. Albuquerque: University of New Mexico Press, 1978.
- HOLANDA, Sérgio Buarque de. *Caminhos e Fronteiras*. São Paulo. Ed. José Olimpo, 1956.
- JESUS, Mônica Ramos. *Migração Quilombola: Identidade Território*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Ciências Humanas – Departamento de Geografia. Brasília. UnB, 2007.
- KLINK, Carlos A.; MOREIRA, Adriana. G. Past and current human occupation, and land use. In: Oliveira, P.S.; Marquis, R.J. (Ed.). *The Cerrados of Brazil*. Nova Iorque: Columbia University Press, p.69-88, 2002.
- LACERDA FILHO, Jofre Valmório; REZENDE, Abelson; SILVA, Aurelene (Coord.). *Geologia e recursos minerais do Estado de Goiás e do Distrito Federal*. Escala 1:500.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Brasília: CPRM/METAGO/UnB, 2000.
- LOBO, Fábio Carneiro. GUIMARÃES, Laerte Guimarães. *Vegetação Remanescente nas Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade em Goiás: Padrões de Distribuição e Características*. In: *Boletim Goiano de Geografia*. Goiânia - Goiás - Brasil v. 28 n. 2 p. 89-104 jul. / dez. 2008.
- MANTOVANI, J. E.; PEREIRA, A. *Estimativa da integridade da cobertura de vegetação do Cerrado através de dados Landsat - TM*. In: IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 9, Santos, SP (versão em CD-ROM), 1998.
- MACHADO, Ricardo Bomfim; RAMOS NETO, Mario Barroso; PEREIRA, Paulo Gustavo P.; CALDAS, Eduardo F.; GONÇALVES, Demerval A.; SANTOS, Nazareno S.; TABOR, Karyn; STEININGER, Marc. *Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro*. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília, DF, 2004.
- MARINHO-FILHO, Jader. *The Brazilian Cerrado bat fauna and its Conservation. Chiroptera*. In: *Neotropical*, Belo Horizonte, 2 (1): 37-39. 1996.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. *Mapa de Cobertura Vegetal do Bioma Cerrado*. Escala 1:4.000.000 - Brasília, DF, 2006.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente; Fundação Biodiversitas. *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção* / editores An-

- gelo Barbosa Monteiro Machado, Gláucia Moreira Drummond, Adriano Pereira Paglia. - 1.ed. - Brasília, DF. 2v, 2008.
- MYERS, Norman; MITTERMEIER, Russel. A., MITTERMEIER, Cristina. G., DA FONSECA, Gustavo A. B.; KENT, Jennifer. Biodiversity hotspots for conservation priorities. In: *Nature*, 403, 853-858. 2000.
- MIZIARA, Fausto; FERREIRA, Nilson Clementino. Expansão da Fronteira Agrícola e Evolução da Ocupação e Uso do Espaço no Estado de Goiás: Subsídios à Política Ambiental. In: Ferreira, L.G. (Org.). *A encruzilhada socioambiental – biodiversidade, economia e sustentabilidade no cerrado*. Goiânia, Editora UFG, p. 91-106, 2008.
- RANGEL, Tiago F. V. B.; BINI, Luiz M.; DINIZ-FILHO, José A. F.; PINTO, Mirian Plaza; CARVALHO, Priscila; BASTOS, Rogério P. Human Development and Biodiversity Conservation in Brazilian Cerrado. In: *Applied Geography*. 27, 14-27. 2007.
- RIBEIRO, José. Felipe; WALTER, Bruno. Machado Teles. *As Principais Fitofisionomias do Cerrado*. In: Cerrado: Ecologia e Flora. Sano, M. S.; Almeida, S. P.; Ribeiro, J. F. Brasília DF. EMBRAPA, 2008.
- SANO, Edson. Eyji; BARCELLOS, A. O.; BEZERRA, H. S. Assessing the spatial distribution of cultivated pastures in the Brazilian savanna. In: *Pasturas Tropicales*, Cali, v. 22, n. 3, p. 2-15. 2002.
- SANO, Edson. Eyji; DAMBRÓS, Luiz Alberto; OLIVEIRA, Geraldo Cesar de; BRITES, Ricardo Seixas. Padrões de cobertura de solos do Estado de Goiás. In: Ferreira, L.G. (Org.). *A encruzilhada socioambiental – biodiversidade, economia e sustentabilidade no cerrado*. Goiânia, Editora UFG, p. 91-106, 2008.
- SANO, Edson. Eyji; FERREIRA, Laerte Guimarães; ASNER, Gregory P.; STEINKE, Ercília Torres. Spatial and temporal probabilities of obtaining cloud-free Landsat images over the Brazilian tropical savanna. In: *International Journal of Remote Sensing*, v.28, p.2739-2752. 2007.
- SANO, Edson. Eyji; JESUS, Eristelma Teixeira; BEZERRA, Heleno da Silva. Mapeamento e quantificação de áreas remanescentes do Cerrado através de um sistema de informações geográficas. In: *Sociedade e Natureza*, v.13, p.47-62. 2001.
- SCARAMUZZA, Carlos Alberto de Matos; MACHADO, Ricardo Bonfim; RODRIGUES, Sidney T.; NETO, Mario Barroso Ramos; PINAGÉ, Ekena Rangel; DINIZ FILHO, José Alexandre Felizola. Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade em Goiás. In: Ferreira, L.G. (Org.). *A encruzilhada socioambiental – biodiversidade, economia e sustentabilidade no cerrado*. Goiânia, Editora UFG, p. 169-186, 2008.
- SILVA, Maria Amelia Rodrigues; DRUMMOND, José Augusto Leitão. *Social-environmental certification: sustainable development and competitiveness in the mineral industry of the Brazilian Amazon*. Natural Resources Forum, vol. 31. USA: Blackwell Publishing Ltd., p. 71 – 86. 2007.

TURNER, Frederic. Jackson; *The Significance Frontier in American History*. Holt Rinehart and Winston Inc. Nova York, 1920.

WORSTER, Donald. *Para Fazer História Ambiental*. In: Estudos Históricos, Rio de Janeiro, vol 4, n 8. pag 198-215. 1991.