

Análise do processo de ocupação e uso atual do solo da bacia hidrográfica do Rio Vermelho (GO) utilizando imagens LANDSAT 5 TM

Luiz Eduardo Giacomolli Machado¹
Cláudia Valéria de Lima¹

¹Universidade Federal de Goiás – UFG
Instituto de Estudos Sócio-Ambientais – IESA
Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento - LAPIG
Caixa Postal 131- 74001-970 - Goiânia - GO, Brasil
luizeduardo_machado@hotmail.com; claudia@iesa.ufg.br

Abstract. This article discusses the current land use in the Rio Vermelho basin, located in the western state of Goiás. For this, a land use map was elaborated based on LANDSAT TM 5 from august 2008 through the unsupervised classification, software ArcGis 9.3, extension "Spatial Analyst Tools - Maximum Likelihood Classification". This classification allowed the identification of seven classes: pasture, vegetation, agriculture, pivots, water, urban area and sand banks. These classes received correction vector through the visual interpretation and area calculation on extension "X-Tools", software ArcGis 9.3. The detection of historical changes in land use through remote sensing helps in understanding the historical process of occupation of the basin, which has witnessed over the last decades a strong expansion of pasture on vegetation areas. Over 65% of the basin is occupied by pastures. Inserted in the Araguaia Depression, the Rio Vermelho basin presents very favorable natural conditions to cattle breeding, with lowlands, long interfluves, water abundance, hot and humid climate, soils with reasonable fertility. Historically, the arrival of ranchers from the south and southeastern Brazil in the years '50s and '60s marked the transition from cattle loose to a semi-extensive livestock better organized, characterizing the formation of large livestock farms as the main vector of regional occupation. From 1980 begins to outline the transformation of typical farms in agribusiness companies. Thus, the economic gains in this region were evident, but accompanied by deforestation, erosion, soil compaction, damage to streams and rivers.

Palavras-chave: land use, occupation process, deforestation, uso do solo, processo de ocupação, desmatamento.

1. Introdução

A partir da década de 1940, impulsionado por ações governamentais, o estado de Goiás presenciou uma forte expansão de atividades agropecuárias exportadoras, a construção de estradas e rodovias e o avanço da urbanização, atendendo, entre outros fatores, o deslocamento de geográfico da produção de alimentos e matérias-primas para consumo interno, na criação de um mercado consumidor de manufaturadas e na ampliação da fronteira agrícola com o fim de receber excedentes populacionais (Palacin, 1994).

A bacia hidrográfica do Rio Vermelho, localizada no oeste do estado, pertenceu à dinâmica territorial estabelecida pela antiga Estrada do Boi, rota de transporte do gado criado solto no interior do estado de Goiás rumo à região Sudeste. A região da Estrada do Boi desenvolveu-se na feição geomorfológica conhecida como Depressão do Araguaia e teve seu povoamento e ocupação iniciado por volta de 1726, sendo que os primeiros habitantes foram atraídos pela atividade de mineração do ouro nas encostas da Serra Dourada (Barreira, 1997).

No final do século XIX, a região recebeu a primeira onda colonizadora em função da pecuária decorrente das ondas migratórias provenientes do Maranhão, Pará, Bahia, Minas Gerais e São Paulo. Nesse momento, o gado era criado sem cercas, a solto, já que as condições de pastagens naturais e varjões favoreciam tal atividade.

Segundo Barreira (1997), o avanço da economia nacional e as reações regionais responderam positivamente na incorporação das potencialidades que a região oferecia à atividade pecuária. As condições naturais eram muito favoráveis nessa região de terras baixas, com presença de várzeas em período de inundação periódicas, longos interflúvios, abundância de água e rios. Soma-se um clima úmido e quente, bastante favorável a criação de gado. Os

solos, entretanto, eram ácidos e arenosos em sua maior parte, requerendo uso de fertilizantes e corretivos para se obter produtividade satisfatória.

A intervenção do Estado torna-se mais intensa sobre essa região devido à preocupação com a integração territorial e econômica de um enorme vazio geográfico até então desconhecido e isolado do contexto nacional. Investimentos federais em eletrificação, telecomunicações, e principalmente estradas de rodagem, como a construção da BR 158, GO 324, GO 173 e BR 070, permitiram a ocupação por não-índios da região da Depressão do Araguaia, além de integrá-la economicamente ao Norte e Sul do país, expandindo assim a fronteira agropecuária nacional. Somam-se a isso os fartos incentivos fiscais nos anos 70, o crédito subsidiado (para insumos, irrigação e equipamentos), os programas governamentais de incentivo as frentes comerciais (Polocentro, Prodec, entre outros) e a atuação de organismos estatais de extensão e apoio à pesquisa, como a Embrapa, que contribuíram decisivamente para viabilizar a produção intensiva de carne e grãos nos cerrados, através do controle químico do solo e da genética aplicada as sementes, em especial da soja e do milho.

A formação das fazendas de criação de gado constituiu o principal vetor da ocupação regional em uma área ainda não organizada em termos de atividades agrícola e pecuária. A chegada dos pecuaristas sulistas e do sudeste do Brasil nos anos 50 e 60 marca o a transição da criação à solta do gado e a pecuária semi-extensiva melhor organizada a partir de rebanhos melhorados e técnicas de manejo do gado mais avançadas. Essa diferença é fundamental, pois vai propiciar uma ocupação intensiva e extremamente rápida, e, por conseqüência, os desmatamentos tornam-se mais acentuados. Um enorme contingente de mão-de-obra fazia-se necessário para a abertura de novas fazendas em áreas de matas e florestas, e trabalhadores eram recrutados principalmente no Nordeste (Barreira, 1997). As espécies arbóreas de interesse econômico para cercas, casas eram retiradas e depois ateava-se fogo em tudo. O processo de formação das pastagens cultivadas para o gado corresponde a um processo inevitável: o desmatamento

A partir de 1980 começa a se delinear, segundo Barreira (1997), a transformação das típicas fazendas de gado em empresas agropecuárias, tais como a Bordon, Viplan, Serra Negra, Santa Fé, etc. Segundo Leme (2007), em pouco mais de quatro décadas, o Centro-Oeste – que vinha embalando uma longa e silenciosa decadência, apenas movimentada pelas boiadas em direção ao território paulista – deixa de ser uma região estagnada e praticamente apartada do restante da economia brasileira, para se tornar uma área de expansão da moderna atividade agropecuária.

Diante disso, o sensoriamento remoto orbital tornou-se uma importante ferramenta para monitorar os recursos da terra e por possibilitar a interpretação de dados significativos de grandes extensões geográficas. O sensoriamento remoto contribui principalmente na detecção de mudanças históricas no uso do solo baseada no fato de que distúrbios no meio ambiente, tanto natural quanto de origem antrópica, produzem variações detectáveis na resposta espectral do alvo ou do fenômeno estudado. Torna-se possível então interpretar cenários e criar estimativas de desmatamento em determinado ambiente e por isso essas ferramentas são aplicadas aqui.

2. Área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio Vermelho, com uma área de 10.824,6 Km², localiza-se na região oeste do Estado de Goiás e abarca parte dos limites municipais de Aruanã, Goiás, Matrinchã, Britânia, Jussara, Santa Fé de Goiás, Fazenda Nova, Novo Brasil, Buriti de Goiás e Faina. Abrange totalmente o município de Itapirapuã (figura 1).

O Rio Vermelho percorre uma extensão de 404,9 Km, desde sua nascente até a confluência com o Rio Araguaia, junto à cidade de Aruanã, GO. Entre os principais afluentes,

pela margem direita o Rio dos Bugres e Rio Ferreira, enquanto que pela margem esquerda destacam-se o Ribeirão da Água Limpa, Ribeirão Samambaia, Rio Itapirapuã, Ribeirão do Capim, Ribeirão da Bocaína e o Rio Uva.

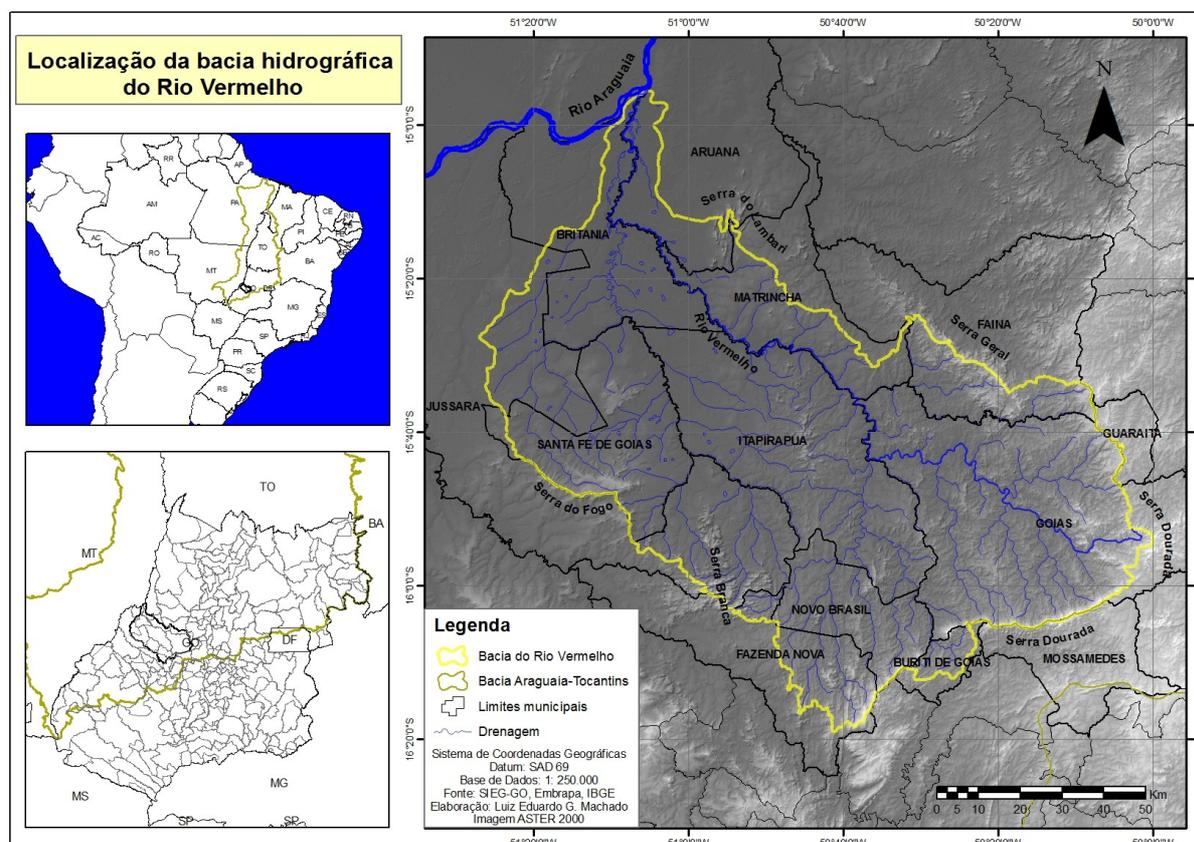


Figura 1: Mapa de localização da área da bacia hidrográfica do Rio Vermelho, Estado de Goiás.

A região do Rio Vermelho apresenta clima Tropical Semi-úmido (IBGE, 1999), com presença de um período chuvoso, entre os meses de outubro e março, e um período seco, entre os meses de maio e setembro. A temperatura média varia de 24 a 26°, com mínimas entre 18 e 21°, e máxima entre 28 e 34°. A pluviosidade anual dessa região varia de 1500 a 1800 mm, com insolação solar total anual de 2200 a 2500 horas, e umidade média relativa do ar entre 70 e 75 %, alcançando valores muito baixos nos meses de seca (INMET, 1990).

Segundo Nascimento (1992), a bacia do Rio Vermelho une-se, em aclave, pelo Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba e em declive à superfície rebaixada da Depressão do Araguaia. Segundo Goiás (2006) a bacia do Rio Vermelho caracteriza-se pela presença de uma grande faixa sentido NO-SE denominada Superfície Regional de Aplainamento (SRA) desenvolvida sobre rochas pré-cambrianas, com superfícies planas, horizontalizadas, de altitude média a baixa, resultantes da ação erosiva no tempo geológico. Encontram-se frequentemente dissecadas e degradadas, mais ou menos soergidas, subsistindo na paisagem como interflúvios planos ou de topografia acidentada correspondentes a cristas e divisores de água (Peulvast & Sales, 2002).

Segundo Goiás (2008), a maior parte da bacia do Rio Vermelho (porção noroeste) desenvolve-se sobre a Formação Araguaia. Esta formação compreende sedimentos não-selecionados do sistema da bacia do Rio Araguaia, tendo uma matriz areno-argilosa, seguido de arenitos vermelhos pouco compactos capeados por siltes e areias siltosas de granulometria

e colorações variadas, recoberta por solos laterizados. Nessa porção o relevo apresenta vertentes longas, baixa declividade, não ultrapassando 8%, cotas altimétricas entre 220 e 300 metros, dissecação muito fraca do relevo e drenagem com padrão meandriforme no percurso final do Rio Vermelho com sistemas lacustres associados.

A porção centro-sul da bacia desenvolve-se principalmente sobre o chamado Complexo Plutônico do Arco Magmático de Goiás, Unidade Ortognaisses do Oeste de Goiás, representado por ortognaisses tonalíticos a granodioríticos bandados, cinza a róseos, médios a grossos. Apresenta cotas entre 300 e 450 metros, dissecação média e uma morfologia mais acidentada.

Uma grande faixa denominada Grupo Goiás Velho desenvolve-se na região da Serra de São Francisco, se estendendo até a Serra Geral. Esta é uma associação do tipo *Greenstone belt*, representada por xisto verde, serpentinito, talco xistoso e metabasalto. A porção leste abarca o Complexo Uvá, composto de restos de corpos batolíticos gnaissificados e gnaisses compostos de tonalítica e granodiorítica, além de corpos tabulares maciços a foliados de tonalito, monzogranito e granodiorito que contornam os núcleos de gnaisses (Goiás, 2008). Com cotas entre 700 e 800 metros, dissecação forte e relevo bastante movimentado, algumas feições positivas na forma de serras, colinas e domos, se elevam sobre o nível geral das superfícies de aplainamento devido à sua resistência à erosão das rochas do Complexo Uvá.

No que tange às classes de solos, a bacia do Rio Vermelho contempla um complexo mosaico pedológico (IBGE, 1999) com o predomínio de Latossolos Vermelho-Amarelo e Latossolos Vermelhos laterizados na porção noroeste (região da Formação Araguaia); Cambissolos e Latossolos Vermelho-Amarelos no centro-leste da bacia; Neossolos Litólicos nas áreas acidentadas das serras Dourada, Geral e São Francisco; e Gleissolos ocorrem nas planícies de inundação do Rio Vermelho, Ribeirão Água Limpa e Ribeirão Samambaia.

Segundo o mapeamento da cobertura vegetal do estado de Goiás, resultante do PDIAP (Programa de Identificação de Áreas Prioritárias para Conservação da Bio-Geodiversidade no Estado de Goiás - 2002) (Scaramuzza et al., 2008), a fitofisionomia com área remanescente mais significativa na bacia do Rio Vermelho é a Savana Arborizada (Cerrado Denso, Típico, Ralo e Rupestre). Essa tipo de vegetação está localizada principalmente em relevos acidentados próximo a Serra de São Francisco. Junto às margens do Rio Vermelho, na parte final do canal, observa-se a Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, formação que ocupa os terraços e planícies ao longo desse curso d'água. Outra fitofisionomia com destaque é a Savana Florestada (Cerradão), localizada em pequenos fragmentos na porção média da bacia.

3. Materiais e Métodos

A elaboração do mapa de uso do solo deu-se através da classificação não-supervisionada de imagens LANDSAT 5 TM, de 27 de agosto de 2008, órbitas/pontos 223/71 e 223/70, composição colorida RGB 543. Estas imagens foram obtidas do endereço eletrônico do INPE (www.inpe.br), registradas no software ENVI 4.3 (erro inferior a 0,5 metros) com base na imagem LANDSAT GeoCover S-22-15_2000, já previamente corrigida, georreferenciada e disponibilizada no endereço eletrônico da NASA (www.zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/).

Na etapa seguinte, essas imagens foram mosaicadas e projetadas para UTM (Projeção Transversa de Mercator), zona 22 Sul, Datum SAD 69, e recortadas segundo o limite da bacia (etapa realizada no software ArcGis 9.3). Na etapa da classificação, tais imagens foram processadas na extensão "*Spatial Analyst Tools – Maximum Likelihood Classification*", gerando uma classificação segundo sete classes. Identificada a classe correspondente vegetação na imagem, esta foi trabalhada separadamente para a interpretação visual e correção vetorial de alguns erros (comuns nesse tipo de classificação automática). O mesmo

foi feito para as outras categorias levantadas: pastagens, pivôs centrais, agricultura, massas de água, perímetro urbano e bancos de areia. Obteve-se então como produto final *shapefiles* de uso do solo na escala de 1:150.000. Na extensão “*X-Tools*” do software ArcGis 9.3 os polígonos obtidos receberam cálculo de área em hectares e quilômetros. Depois do mapeamento pronto, dois trabalhos de campo foram realizados para a validação do mapa de uso do solo.

As técnicas de interpretação, classificação e vetorização de imagens utilizadas nesse trabalho visam o reconhecimento de objetos, em função de determinado critério de decisão, agrupando em classes os objetos que representam similaridade em suas respostas espectrais (Florenzano, 2007). Interpretam-se elementos da imagem como tonalidade/cor, textura (impressão de rugosidade), tamanho, forma, sombra, altura, padrão (arranjo espacial dos objetos), localização e contexto (Florenzano, 2007). O conhecimento prévio da área estudada, feito também através de várias visitas de campo e coleta de fotografias, é indispensável para o processo de interpretação e aumenta ainda mais o potencial de leitura da imagem.

Foi utilizado como apoio o mapeamento da cobertura vegetal do Estado de Goiás, resultante do projeto PDIAP (Programa de Identificação de Áreas Prioritárias para Conservação da Bio-Geodiversidade no Estado de Goiás - 2002) (Scaramuzza et al., 2008). Este fez-se necessário para identificar as diferentes fitofisionomias do Cerrado na área de estudo. Vale frisar, também, que a classificação automática das imagens LANDSAT 5 TM não consegue distinguir fisionomias vegetacionais do Cerrado com precisão, e, por isso, tudo o que se refere à vegetação foi agrupado em uma única classe.

4. Resultados e Discussões

A classificação de imagens LANDSAT 5 TM (agosto de 2008) permitiu a quantificação e espacialização das áreas de uso do solo da bacia hidrográfica do Rio Vermelho. Verifica-se que as pastagens dominam a paisagem da bacia, inclusive em áreas mais elevadas da alta bacia (nas nascentes do Rio Vermelho) perfazendo 65,5 % de toda a área, ou 7103,89 km² (tabela 1). A pecuária é responsável também pelo avanço das áreas com massa de água (80,15 km²), já que represas são construídas nas áreas de pastagem para colaborar no processo de nutrição do gado e também para manter o solo favorável ao crescimento de capim e na disponibilidade de água para os animais.

Tabela 1. Classes de uso do solo da bacia hidrográfica do Rio Vermelho.

Classe	Área em Km²	Percentual
Pastagem	7103,89	65,50%
Vegetação	3463,94	32%
Massa d'água	85,11	0,81%
Pivôs	80,15	0,80%
Agricultura	65,33	0,60%
Perímetro Urbano	24,91	0,20%
Bancos de Areia	1,34	0,01%
Área Total da Bacia	10824,67	100%

Fonte: LANDSAT 5 TM/2008

A agricultura está presente na depressão do Araguaia, mais precisamente onde existe uma mancha de Latossolo Vermelho-Escuro em meio a um grande domínio de Latossolos Vermelho-Amarelo, correspondendo apenas a 0,6% da área da bacia. Além de ser constituída de um solo mais fértil, esta mancha localiza-se próxima ao Ribeirão da Água Limpa e o Ribeirão Samambaia (estes têm suas vegetações ciliares seriamente comprometidas), o que facilita o uso da água em pelo menos 50 pivôs centrais (esse uso soma 0,8% da área da bacia). A vegetação remanescente corresponde a 32% da bacia. As demais classes (banco de areia e perímetro urbano) somam 0,21% da bacia (figura 2).

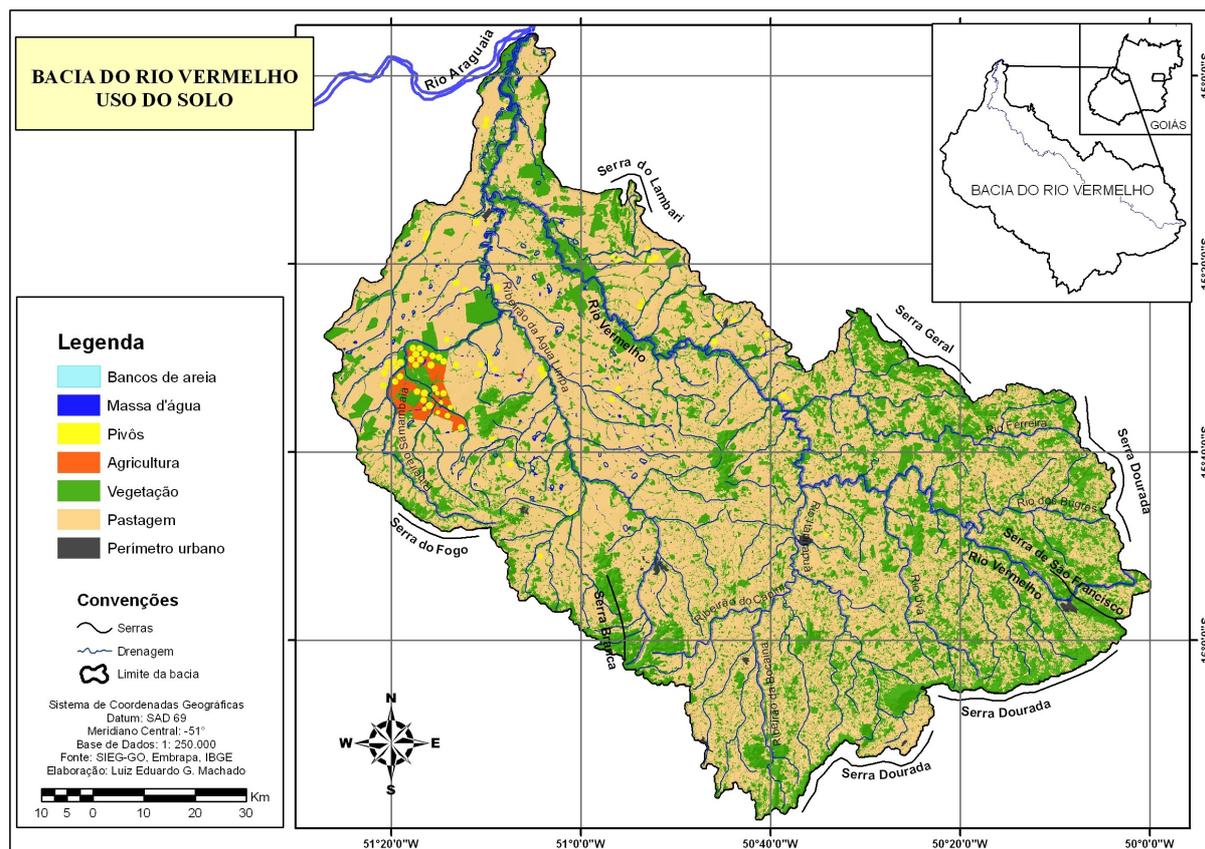


Figura 2. Mapa de Uso do Solo da bacia hidrográfica do Rio Vermelho.

Segundo o mapeamento da cobertura vegetal do estado de Goiás, resultante do PDIAP (Programa de Identificação de Áreas Prioritárias para Conservação da Bio-Geodiversidade no Estado de Goiás - 2002) (Scaramuzza et al., 2008), a fitofisionomia com área remanescente mais significativa na bacia do Rio Vermelho é a Savana Arborizada (Cerrado Denso, Típico, Ralo e Rupestre), caracterizada por um dossel arbóreo aberto e certas quantidades de gramíneas. Essa fitofisionomia está localizada principalmente em áreas da alta bacia, a montante da Cidade de Goiás, em relevos acidentados próximo a Serra de São Francisco, sentido SE-NO.

Junto às margens do Rio Vermelho, na parte final do canal, ocorre a Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, formação que ocupa os terraços e planícies ao longo desse curso d'água. Apresenta uma composição florística bastante seletiva, em função da capacidade de suportar encharcamento periódico, tendo, às vezes, estruturas adaptadas, como raízes aéreas ou tabulares (IBGE, 1999). Outra fitofisionomia com destaque é a Savana Florestada (Cerradão), localizada em pequenos fragmentos na média bacia. Caracteriza-se por apresentar

dossel arbóreo geralmente fechado, com indivíduos de alturas variáveis, alcançando 15 metros e com pouco extrato herbáceo (IBGE, 1999). Na baixa bacia ainda temos fragmentos de Savana Parque (Cerrado Ralo, Cerrado Rupestre, Campo Sujo, Campo Rupestre, Veredas e Murundus) - grupo de formação onde a camada gramínea domina amplamente sobre a camada de árvores. É uma fisionomia especialmente comum em terrenos de solos muito rasos, de encostas, e naqueles altamente estéreis, laterizados e/ou cascalhentos.

5. Conclusões

O estado participou ativamente no desenvolvimento da região da bacia do Rio Vermelho através de investimentos em infra-estrutura, incentivos fiscais, programas e pesquisas, que conjugados com o capital privado nacional e internacional possibilitaram a consolidação da agropecuária moderna. Entretanto, as estratégias para a modernização da região da Depressão do Araguaia e do Cerrado têm visado principalmente o aumento da produção não questionando os efeitos ambientais. Esse uso irracional dos recursos naturais pela modernização agropecuária tem comprometido profundamente a biodiversidade do bioma, causando os mais variados impactos ambientais, como desmatamento.

Mesmo que preliminarmente, os dados aqui apresentados permitem constatar a urgência de delimitar novas áreas para proteção ambiental. Há urgência também em rever conceitos ultrapassados de desenvolvimento imediatista, pois, em longo prazo, o passivo ambiental causado pelo uso indiscriminado do solo da bacia hidrográfica do Rio Vermelho pode se tornar irreversível. Muitas áreas que se incluem na legislação como APP's, margens de drenagens e nascentes, não estão mais preservadas, cabendo aos órgãos responsáveis maior atuação para conter o avanço desenfreado do desmatamento e evitar danos ambientais diversos como a degradação e compactação dos solos, poluição das águas e dos solos e conseqüentemente a perda da biodiversidade, decorrentes dessas atividades. Carvalho et al. (2006) é categórico ao alertar que o fato do desnudamento e uso do solo em nível de vertentes somados ao gradiente elevado de chuvas do Cerrado, à declividade e a forma dessas vertentes, implicam em mudanças do escoamento superficial da água e aceleração nos processos de fragilização, empobrecimento e de erosão dos solos.

Através da elaboração e análise do mapa de uso produzido com o relevo da região pode-se observar que a conversão da vegetação natural na bacia hidrográfica do Rio Vermelho se deu segundo as disposições do relevo, concentrando-se em maior parte nas áreas aplainadas da baixa bacia do Rio Vermelho, onde é possível a mecanização (como os pivôs centrais) e onde se apresentam os solos mais férteis. Entretanto o desmatamento avança também sobre áreas mais frágeis do ponto de vista ambiental por serem mais elevadas e dissecadas, com solos mais rasos e susceptíveis a erosão, além de constituírem áreas de recarga do freático e produtoras de sedimentos (fato ligado ao assoreamento dos rios).

Assim, a vulnerabilidade natural da paisagem na região da bacia, principalmente na alta bacia, associada ao uso indevido do solo e ao descumprimento do Código Florestal brasileiro, invoca um ordenamento ambiental/territorial por partes dos municípios que compõem essa bacia, de modo a garantir o equilíbrio ambiental e a manutenção dos recursos naturais.

6. Referencias Bibliográficas

Barreira, C. C. M. A. Capítulo I - O movimento de incorporação da região da estrada do boi. In. **Região da estrada do boi: usos e abusos da natureza**. Editora UFG. Goiânia. 1997.

Carvalho, J. C; Sales, M. M; Souza, N. M; Melo, M. T. S; **Processos Erosivos no Centro-Oeste Brasileiro**. Editora Finatec. Brasília. 2006.

Florenzano, T. G; **Geomorfologia. Conceitos e tecnologias atuais**. Editora Oficina de Textos. São Paulo. 2008.

Goiás (Governo do Estado de Goiás). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Geomorfologia do Estado de Goiás e do Distrito Federal**. Por Latrubesse, E. M; Carvalho, T. M. Goiânia, GO. 2006.

Goiás (Governo do Estado de Goiás). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Geologia do Estado de Goiás e do Distrito Federal**. Por Moreira, M. L. O. et al. Goiânia, GO. 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Diagnostico Ambiental da bacia do Rio Araguaia – Trecho Barra do Garças (MT) – Luis Alves (GO)**. Por Del’Arco, J. O. et al. Goiânia. 1999. Disponível em: http://200.101.121.204/publicacoes/diag_aval/diag_amb_bacia_araguaia.pdf. Acesso em: 15 de junho de 2009.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. 1990. **Dados de clima e pluviosidade**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em 10/10/2009

Leme, H. J. C. A espacialidade do desenvolvimento: as cidades na Região Centro-Oeste. In. Livro: **Cidades médias: espaços em transição**. Sposito, M. E. B. Editora Expressão Popular, 1º edição. São Paulo. 2007.

Nascimento, M. A. Geomorfologia do Estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**. 12(1): 1-22. Goiânia. 1992.

Palacin, L. **O século de ouro em Goiás**. Editoria da UCG. Goiânia. 1994.

Peulvast, J. P.; Sales, V. C.. Aplainamento e Geodinâmica: Revisitando um problema clássico em Geomorfologia. **Mercator – Revista de Geografia da UFC**. Universidade Federal do Ceará. Numero 1. 2002.

Scaramuzza, C. A. M. et al., Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade em Goiás. In. **A encruzilhada socioambiental: Biodiversidade, economia e sustentabilidade no Cerrado**. Org. Ferreira, L. G. Editora UFG. 2008.