

DIAGNÓSTICO FÍSICO-CONSERVACIONISTA DA MICROBACIA DO RIBEIRÃO INHUMAS-GO

Physical-conservationist diagnosis of the Inhumas river's watershed

Tavvs Micael Alves
Doutor em Entomologia, Instituto Federal Goiano, Goiás, Brasil
tavvs_agro@hotmail.com

Diogo Silva Pena
Doutorando em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiás, Brasil
diogospena@hotmail.com

Derblai Casaroli
Doutor em Física do Ambiente Agrícola, Universidade Federal de Goiás, Goiás, Brasil
derblaicasaroli@yahoo.com.br

Adão Wagner Pego Evangelista
Doutor em Eng. Agrícola, Universidade Federal de Goiás, Goiás, Brasil
awpego@bol.com.br

Rherison Tyrone Silva Almeida
Doutor em Agronomia, FacUnicamps e Faculdade Araguaia, Goiás, Brasil
rherison.almeida@gmail.com

RESUMO: As questões ambientais, sobretudo as relativas aos recursos hídricos, têm sido objeto de inúmeros estudos e pesquisas nas mais diversas áreas do conhecimento. As características morfométricas e fisiográficas de bacias hidrográficas podem subsidiar programas de conservação ambiental, políticas públicas de desenvolvimento agrícola/urbano e recomposição de vegetação. Assim, o objetivo desse estudo foi elaborar um diagnóstico da microbacia do ribeirão Inhumas, que faz parte da bacia do rio Meia Ponte, estado de Goiás, determinando a aptidão natural para uso da terra e estimando os possíveis riscos de sua ocupação inadequada. As variáveis morfofisiográficas foram determinadas com o auxílio de programas computacionais e de Sistemas de Informações Geográficas. Ainda, utilizou-se o coeficiente de rugosidade para classificar a aptidão natural dos solos. A microbacia apresenta formato alongado, predominando a infiltração sobre o escoamento superficial. Os cursos de água são retilíneos, favorecendo o transporte de maior volume de sedimentos. Os Argissolos e relevo ondulado foram predominantes na área da microbacia. O uso atual dos solos com florestas não corresponde ao requerido pela legislação, nem a ocupação está adequada à aptidão natural de seus solos. A microbacia do ribeirão Inhumas necessita de recomposição da vegetação nativa e melhor distribuição espacial da agricultura, pecuária e florestas.

Palavras-chave: Coeficiente de rugosidade; Fisiografia; Morfometria; SRTM.

ABSTRACT: The environmental aspects and matters have been subject of a large number of studies and projects in all areas of knowledge, and delimitation of watersheds and its morpho physiographic features are common practices used in hydrologic and environmental analysis. The morphometric and physiographic characteristics of watersheds can be used to support some environmental conservation programs, public policy of agricultural and urban development and vegetation recuperation. This work aimed to elaborate a diagnosis of the Inhumas river's watershed, which also belongs to Meia Ponte river's watershed, evaluating its natural aptitude to the soil use and to estimate possible risks of its inadequate occupation. The morpho physiographic variables were determined through computer

programs and Geographic Information Systems. The roughness coefficient was used to classify the soil natural ability of use. Categories were compared with maps of occupation processed. The watershed has elongated shape, so infiltration is more prominent than runoff. Waterways are straight and transport large volume of sediments residues. Ultisols and wavy relief were observed predominantly in the watershed boundaries. Neither the soil used correct with forest according to law nor the watershed occupation is suitable to soil natural aptitude. The Inhumas river's watershed needs recuperation of native vegetation and a better spatial distribution of agriculture, livestock and forest area.

Keywords: Ruggedness; Physiographic; Morphometric; SRTM.

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica constitui uma unidade fundamental de planejamento e gestão dos recursos hídricos (Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997), empregada na compatibilização do uso social com a sustentabilidade e recuperação de áreas degradadas.

A bacia do rio Meia Ponte, tem sua foz situada no rio Paranaíba, divisa entre os estados de Goiás e Minas Gerais. Cerca da metade da população goiana está inserida nos limites territoriais desta bacia. Logo, seus recursos hídricos contribuem de forma relevante com a agricultura irrigada, dessedentação animal, lazer, extração mineral, aquicultura, abastecimento de água à população urbana e diluição de esgoto doméstico e industrial. As mudanças climáticas (MELLO *et al.*, 2008) e o uso inadequado do solo (NASCIMENTO, 2011) são os principais fatores responsáveis pelas alterações no regime pluviométrico, erosão e assoreamento nos tributários de bacias hidrográficas.

A microbacia do ribeirão Inhumas faz parte da bacia do rio Meia Ponte. Nos últimos anos, as Secretarias Municipais de Agricultura e o Ministério Público desempenharam papéis importantes na conscientização e fiscalização do desmatamento da vegetação nativa, sobretudo, em faixas de mata ciliar.

No entanto, a dinâmica ambiental da microbacia hidrográfica precisa ser mais bem estudada, principalmente, nos aspectos que regem a caracterização morfofisiográfica e as análises hidrológicas. Estes estudos podem subsidiar o planejamento do uso do solo e minimizar os riscos com transporte de sedimentos. Além disso, estratégias de desenvolvimento agrícola/urbano e de reflorestamento poderão ser traçadas para minimizar o impacto negativo sobre o ciclo hidrológico da mesorregião Centro-Goiano.

A caracterização morfométrica de bacias hidrográficas é realizada por análises quantitativas do padrão de drenagem e relevo (PISSARRA *et al.*, 2004). Elesbon *et al.* (2011) argumentaram que os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) são ferramentas simples e automatizadas que facilitam a obtenção das características físicas e correlações espaciais entre os elementos da bacia.

Essa automatização é dependente de modelos digitais de elevação hidrograficamente condicionados (MDEHC) gerados a partir de informações de sensores remotos, como os dados obtidos pela *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) (RABUS *et al.*, 2003). As imagens geradas por esta missão foram processadas com boa acurácia (RODRÍGUEZ, *et al.*, 2006) para obtenção da morfometria de várias bacias hidrográficas (OLIVEIRA, CHAVES, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2010).

Estas caracterizações de bacias hidrográficas podem ser úteis ao planejamento e gestão sustentável do desenvolvimento ambiental. A utilização da escala em nível de microbacia possibilita maior detalhamento e melhor interpretação de seus processos hidrológicos.

O coeficiente de rugosidade pode ser utilizado para cálculo da velocidade de escoamento superficial e simulações de hidrogramas de tempestades em pequenas bacias hidrográficas. Além disto, esse coeficiente pode estimar a aptidão natural de uso das terras, direcionando a utilização das terras rurais para atividades de agricultura, pecuária, silvicultura e preservação permanente (ARAÚJO JÚNIOR et al., 2002).

O objetivo desse estudo foi elaborar um diagnóstico morfofisiográfico e determinar a aptidão do uso do solo, apresentando-se os primeiros registros sobre a microbacia do ribeirão Inhumas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na microbacia do ribeirão Inhumas, na proximidade dos municípios de Inhumas, Damolândia, Santa Rosa de Goiás e Itauçu, estado de Goiás, Brasil. As coordenadas UTM da foz são 661.172 m E e 8.193.722 m N (zona 22K). A vegetação predominante é o cerrado.

A microbacia e as estimativas morfométricas foram obtidas com auxílio do programa QGIS, sendo aplicados procedimentos em imagens de radar SRTM, com resolução espacial aproximada de 30 m e elipsóide de referência WGS84.

Esses dados foram obtidos do site eletrônico do Serviço Geológico do Estados Unidos (USGS, em inglês) <https://earthexplorer.usgs.gov>. A definição da altimetria proporcionou a delimitação, por rotina semiautomática, dos divisores topográficos e perímetro da microbacia. Em seguida, as características físicas foram calculadas.

O comprimento do tributário principal foi obtido pela extensão do leito principal, acompanhando sua sinuosidade desde a nascente até o exutório. O comprimento axial foi medido pela projeção paralela ao tributário principal entre nascente e exutório.

Determinaram-se as seguintes variáveis fisiográficas:

- i) coeficiente de compacidade - calculado pela relação entre o perímetro e uma área de circunferência igual a da microbacia;
- ii) fator forma - obtido pela razão entre a largura média e o comprimento axial da microbacia;
- iii) largura média - divisão da área pelo comprimento do tributário principal;
- iv) densidade de drenagem - relação entre o somatório dos comprimentos dos cursos de água e a área total da microbacia;
- v) extensão média do escoamento superficial - distância média em que a precipitação teria que escorrer superficialmente sobre uma linha teórica retilínea, desde onde a chuva caiu até o ponto mais próximo do leito do curso receptor de sua água;
- vi) índice de sinuosidade - razão entre o comprimento do canal principal e a distância vetorial entre os extremos do canal (talvegue);

- vii) vii) coeficiente de rugosidade (CR) - obtidos pela relação entre densidade de drenagem e declividade ($CR = D_d \cdot H$) determinadas a partir da classificação supervisionada da imagem do satélite Landsat 5 TM da coleção GeoCover de 16 de Agosto de 2011;
- viii) viii) amplitude do coeficiente de rugosidade - obtido pela diferença entre o valor máximo (0,1947) e o mínimo (0,0009).

As classes foram divididas em quartis iguais, relacionando maiores valores de CR às áreas mais propensas a degradação pela erosão. Assim, as terras puderam ser qualificadas como apropriadas para agrícola/urbanística (classe A); pastagem/urbanística (classe B); pastagem/floresta (classe C) e floresta (classe D).

O relevo foi classificado em quatro classes determinadas pela declividade da microbacia (OLIVEIRA, 1979). As classes hipsométricas foram definidas de acordo com intervalos iguais ao valor do desvio padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A vazão dos cursos de água e o volume do escoamento superficial dependem do tamanho, forma e densidade de drenagem da bacia hidrográfica. No entanto, ao se considerar apenas a forma, as bacias serão tão suscetíveis a grandes cheias quanto mais próximo de um for seu coeficiente de compactidade (K_c) (VILLELA, MATOS, 1975).

O fator forma e K_c (Tabela 1) permitem classificar a forma da microbacia do ribeirão Inhumas como alongada e indicam que a rede de drenagem tem baixa compactação. Logo, a contribuição de seus tributários atinge vários pontos ao longo do curso de água principal, afastando-se da condição típica de bacias circulares, em que as chuvas intensas ocorrem simultaneamente em toda a sua extensão, concentrando grande volume de água no tributário principal (CARDOSO et al., 2006).

Tabela 1: Variáveis morfométricas e fisiográficas da microbacia do ribeirão Inhumas, estado de Goiás, Brasil.

Característica física	Resultado
Área de drenagem (A)	168,186 km ²
Perímetro (P)	75,801 km
Comprimento do tributário principal (L_p)	31,263 km
Comprimento axial (L_a)	21,127 km
Coeficiente de compactidade (K_c)	7,128
Fator forma (K_f)	0,376
Densidade de drenagem (D_d)	0,494 km.km ⁻²
Extensão média escoamento superficial (E_m)	0,505 km
Índice de sinuosidade (I_s)	0,675
Declividade média	10,26 %

Fonte: Autores (2018)

A densidade de drenagem (D_d) indica o grau de desenvolvimento de um sistema de drenagem formado pelo rio principal e seus tributários (VILLELA, MATOS, 1975), valores próximos a 0,5 km km⁻² caracterizam a microbacia do Inhumas como pobremente drenada (SILVA et al., 2010).

A baixa densidade de drenagem e extensão média do escoamento superficial (E_m) (Tabela 1) evidenciaram que enxurradas chegam com menor velocidade no curso principal, corroborando com a diminuição das vazões (TORRES et al., 2011). Além disso, nesse trecho da bacia são esperadas rampas longas, com vertentes curtas e declivosas (ANTONELI, THOMAZ, 2007), pequena presença de rios, solos mais permeáveis e, portanto, predomínio da infiltração sobre o escoamento superficial (BARBOSA, CARVALHO, 2009). No entanto, investigações posteriores serão necessárias para confirmar estas hipóteses.

O índice de sinuosidade foi próximo de uma unidade (Tabela 1), indicando que os canais da microbacia do ribeirão Inhumas possuem formato retilíneo, possibilitando maior transporte de sedimentos (ANTONELI, THOMAZ, 2007; TEODORO et al., 2007). Contudo, sua forma em alguns trechos pode ser afetada pela carga de sedimentos, compartimentação litológica, estruturação geológica e declividade dos canais (LANA et al., 2001).

A declividade e o comprimento de rampa possuem papel fundamental sobre a determinação do fator topográfico (MARTINS et al., 2011) e são utilizados nas equações universais de perda de solo.

A declividade influencia a relação entre a precipitação e o deflúvio da bacia hidrográfica, sobretudo devido ao aumento da velocidade de escoamento superficial, reduzindo a oportunidade para a infiltração de água no solo (CARDOSO et al., 2006). Declividades superiores a 8% podem ser encontradas em 10.466,92 ha (63%) da área da microbacia do ribeirão Inhumas (Figura 1).

Principalmente nestas faixas da microbacia, o planejamento ambiental deve priorizar a aplicação de práticas conservacionistas, favorecendo a interceptação de chuvas pelo dossel das plantas, reduzindo o impacto da precipitação sobre o solo e, também, aumentando as chances de infiltração e redistribuição da água da chuva.

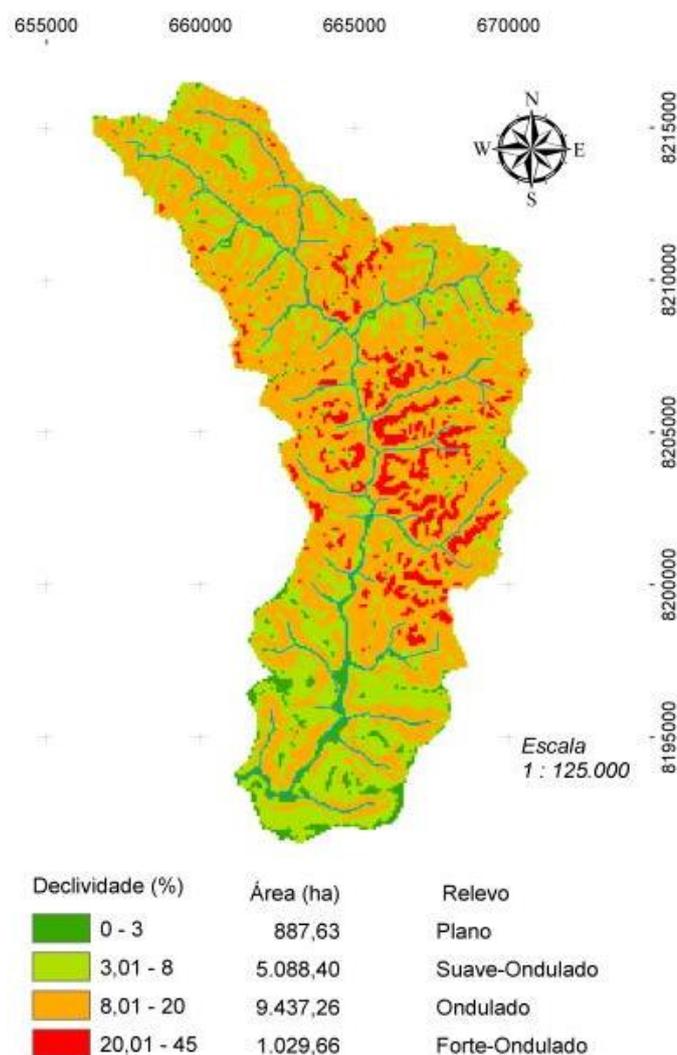


Figura 1: Declividades da microbacia do ribeirão Inhumas.
Fonte: Autores (2018)

O relevo é modificado de acordo com a declividade da microbacia, variando desde plano até forte-ondulado (Figura 1). A maior parte do relevo é ondulado, podendo favorecer os processos de erosão hídrica (OLSZEWSKI et al., 2011).

Observou-se relevo plano em apenas 5,40% da microbacia (Figura 1A), no qual, espera-se maiores quantidades de areia nas camadas superficiais do solo e, conseqüentemente, redução no teor de silte e de argila (SANTOS et al., 2002).

A microbacia apresenta maiores altitudes (>920 m) nas porções noroeste e leste (Figura 2), coincidindo predominantemente com relevo ondulado e declividades entre 8% e 20% (Figura 1).

A altitude pode influenciar o teor de vapor de água na atmosfera, temperatura, evaporação e a forma como as chuvas são captadas (SANTOS et al., 2007). A precipitação escoada das regiões mais altas, situadas ao Norte da microbacia, para regiões baixas, ao Sul, até desaguar no rio Meia Ponte. O fluxo do escoamento

superficial se concentra em altitudes de 750-858 m, na região central (curso de água principal) do perímetro (Figura 2).

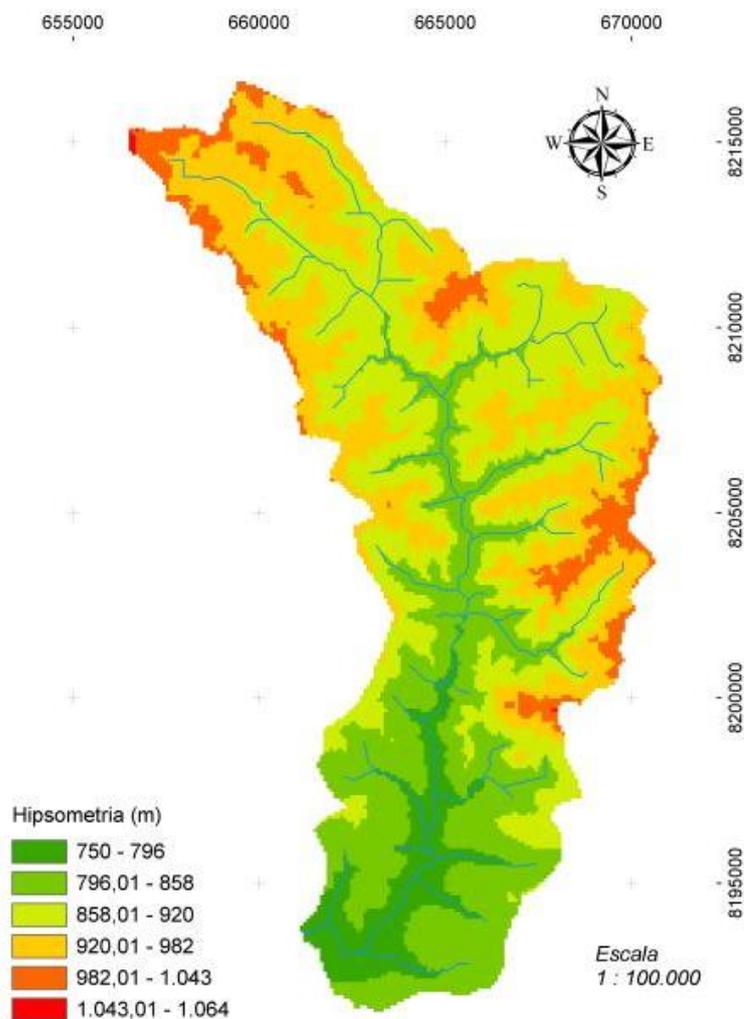


Figura 2: Distribuição hipsométrica da microbacia do ribeirão Inhumas.

Fonte: Autores (2018)

O coeficiente de rugosidade (CR) direciona o uso potencial da terra com relação às suas características para agricultura, pecuária ou reflorestamento (SAMPAIO et al., 2010).

A dependência do cálculo do coeficiente de rugosidade (CR) fez com que os maiores valores desse índice coincidam com regiões de maior declividade (Figura 1). A maior área da microbacia foi classificada para aptidão agrícola/urbanística (CR entre 0,0009 e 0,494). Áreas com aptidão para pastagem/urbanística com CR entre 0,495 e 0,978 (Figura 3). Aptidão para pastagem/floresta para locais com CR maior que 0,979 e menor do que 1,463. Por fim, a menor área, apresentando os maiores valores do

coeficiente de rugosidade (1,464-1,948), foi classificada como apta exclusivamente para floresta, com objetivo de evitar a evolução de processos erosivos.

O impacto do uso do solo pode ser mitigado se houver cumprimento da indicação de aptidão natural da microbacia do ribeirão Inhumas, sem comprometer a expansão econômica. No entanto, a pressuposição da presença de todas as classes de aptidão natural do solo pode ser inapropriada à divisão da amplitude do coeficiente de rugosidade de bacias hidrográficas.

Valores iguais desse coeficiente podem classificar aptidões diferentes entre as bacias, comprometendo a interpretação. Por exemplo, na sub-bacia hidrográfica do rio Ibicuí-Mirim, no Rio Grande do Sul, áreas com CR entre 0,565 e 1,472 são classificadas como aptas unicamente para agricultura/urbanística (SAMPAIO et al., 2010).

Nesse intervalo (0,565-1,472), a microbacia do ribeirão Inhumas foi classificada tanto para pastagem/urbanística (classe B) como para pastagem/floresta (classe C) e também aptidão florestal (classe D) (Figura 3).

Essa ambiguidade pode dificultar a comparação entre estudos de diferentes bacias. Portanto, a padronização e adequação dos intervalos das classes são necessárias para utilização do coeficiente de rugosidade como indicador da aptidão do uso das terras. Além disso, índices complementares com boa acurácia (VALLADARES, PEREIRA, 2010) e estudos sobre a logística da produção agrícola (CASTILLO, 2007) poderiam subsidiar planos conservacionistas mais específicos que possam ser utilizados em políticas públicas de desenvolvimento agrícola e urbano.

Os Argissolos são predominantes na área da microbacia do ribeirão Inhumas e coincidem com regiões de relevo Ondulado a Forte-ondulado (Figura 1). Em direção ao Sul da microbacia, afastando-se da nascente do ribeirão, os solos devem ser mais intemperizados, no entanto, estudos pedológicos mais específicos precisam ser aplicados para confirmação dessa hipótese. Nas menores altitudes (750-796 m), pequenas porções de Gleissolos podem ser encontradas junto à foz, ocorrendo, com frequência, espessa camada escura de matéria orgânica mal decomposta sobre uma camada acinzentada (gleizada), resultante de ambiente de oxirredução (REATTO et al., 2004). Na região intermediária da microbacia podem ser encontrados Latossolos, com declividade máxima de 20%, nas faixas de relevo ondulado (Figura 1). Em Argissolos e Latossolos, acompanhados de relevo ondulado ou forte-ondulado, podem ser observadas perdas de solo de até 80 t ha⁻¹ ano⁻¹ (SILVA et al., 2011).



Figura 3: Classificação da microbacia do ribeirão Inhumas quanto à aptidão de uso das terras segundo coeficiente de rugosidade.

Fonte: Autores (2018)

As pastagens são predominantes na atual ocupação do solo da microbacia do ribeirão Inhumas (Figura 4). A agricultura é praticada na região Sul da microbacia. As florestas são constituídas por pequenas ilhas dentro das áreas de pastagem e agricultura, ocupando a menor área da microbacia.

A ausência de vegetação natural expõe o solo, podendo promover a degradação de acordo com suas características químicas e físicas, topografia e clima (OLSZEWSKI et al., 2011).

As faixas de matas ciliares ao longo dos cursos de água são insignificantes, aumentando as chances de assoreamentos e influenciando a qualidade da água. As

cargas de sedimentos depositadas nos recursos hídricos podem comprometer a resiliência das águas e a geodinâmica das bacias (NASCIMENTO, 2011).

O cultivo de áreas de cabeceira de drenagem e zonas ripárias também é um dos principais problemas em outras bacias hidrográficas, como é o caso da bacia do arroio Boa Vista no Centro-Sul do Paraná (ANTONELI; THOMAZ, 2007).

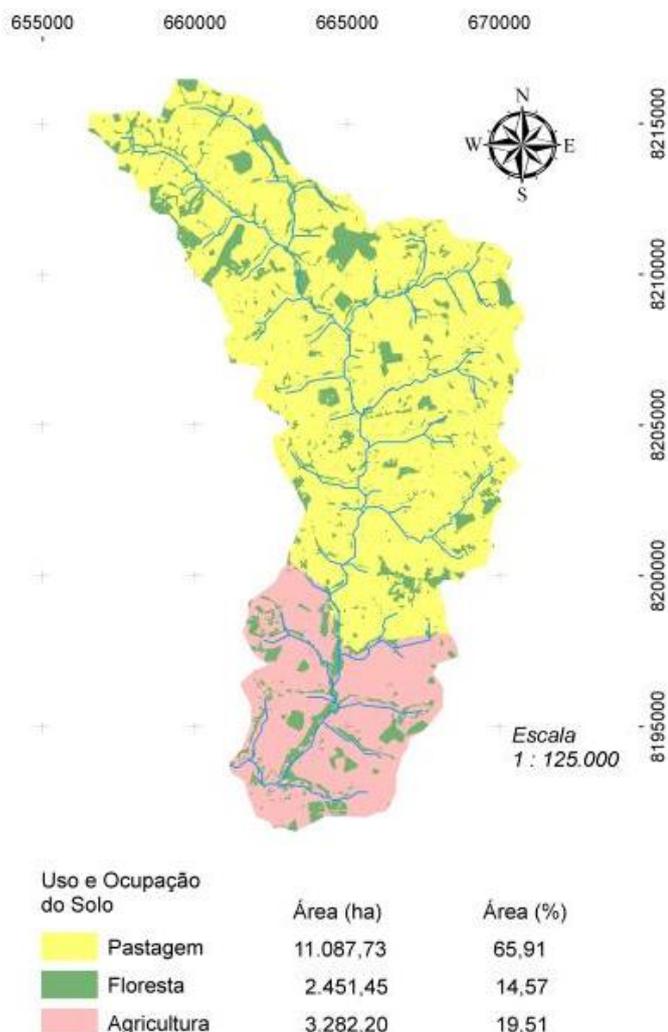


Figura 4: Distribuição do uso e ocupação do solo em 2011 da microbacia do ribeirão Inhumas, estado de Goiás, Brasil. Fonte: Autores (2018)

A lei 4.771, de 15 de setembro de 1965, preconiza que reservas legais (RL) de, no mínimo, 20% das florestas e outras formas de vegetação nativa não podem ser suprimidas nas propriedades rurais de Goiás.

A área de preservação mínima é ainda maior ao se considerar a obrigatoriedade das áreas de preservação permanente (APP) constituídas de matas ciliares, topos de elevações de terra e encostas com declividade superior a 45%. Portanto, as florestas da microbacia do ribeirão Inhumas não correspondem aos níveis obrigatórios de preservação da legislação vigente (Figura 4).

Provavelmente, maiores percentuais de áreas desmatadas são encontradas em escala menores, ao nível de propriedade, em que os imóveis já estão sendo utilizados integralmente para fins agrícolas ou pecuários. Segundo Cardoso *et al.* (2006), a remoção da vegetação em uma floresta degrada o ambiente natural, podendo também afetar áreas adjacentes. Esses autores ainda defendem que declividade e cobertura vegetal são fatores importantes na tomada de decisão de um manejo adequado de bacias hidrográficas, principalmente pelo fato de influenciarem o ciclo hidrológico.

A microbacia do ribeirão Inhumas necessita de programas de recuperação florestal, principalmente nas áreas de APP. No entanto, Siqueira (2007) argumenta que ainda é incipiente a valorização das áreas de APP e RL pelo Poder Público, provocando raras adesões pelos proprietários de terras rurais a planos conservacionistas.

Siqueira também defende que embora APP e RL sejam figuras jurídicas que incidem na propriedade rural como ônus particular e individual, essas áreas possibilitam benefícios sociais e coletivos. A preservação dos recursos naturais da microbacia do ribeirão Inhumas é imprescindível para conservação e reabilitação da biodiversidade e dos fenômenos ecológicos que mantêm a vida nos seus ecossistemas.

Áreas aptas para outros usos do solo (Figura 3) estão sendo utilizadas pela pecuária extensiva (Figura 4). Conseqüentemente, a área atual ocupada pelas pastagens (65,91%) está acima do nível de aptidão do solo para este fim (44,45%). Na microbacia do ribeirão Inhumas, geralmente as pastagens são degradadas e a produtividade animal é baixa.

Além disto, o acesso frequente de bovinos aos cursos de água pode promover assoreamento e também tornar a água imprópria para o consumo (TORRES *et al.*, 2011). Essas áreas trazem sérios riscos à qualidade das águas, principalmente pela retirada da mata ciliar em áreas com declives acentuados e por sua localização no alto curso (CARVALHO, PINTO, 2009).

Por outro lado, a tecnologia e assistência técnica, podem subsidiar aumentos verticais de produção agropecuária, sem necessitar integralmente da área atual de terras ocupadas.

A área ocupada por florestas (14,57%) ficou acima do necessário para atender a área classificada como apta unicamente para essa finalidade (6,77%). Porém, a distribuição das atuais florestas (Figura 4) não coincide com as áreas de aptidão para florestas (Figura 3), de forma que locais que deveriam ser protegidos estão ocupados por pastagem. Portanto, a preservação da cobertura vegetal nativa e o uso econômico precisam ser mais bem distribuídos para que atendam a legislação ambiental e a aptidão natural do solo, priorizando a concentração das florestas nos mesmos locais de preservação ambiental obrigatória da microbacia do ribeirão Inhumas.

A agricultura (Figura 4) coincide, em maior parte, com sua classificação de aptidão do uso do solo na porção Sul da microbacia (Figura 3). Essa região próxima à foz tem relevo predominantemente suave-ondulado (Figura 1), e, são preferidas pelos produtores para uso agrícola devido à facilidade de manejo da cultura, maior permanência de água e acúmulo de nutrientes no solo.

No entanto, apenas 19,51% de toda a microbacia estão sendo utilizados para agricultura, subestimando o potencial de aptidão de uso do solo, que poderia ocupar

até 55,02%. Ao Norte, está a principal contribuição para a subestimação, há regiões recomendadas para agricultura (Figura 3) que não estão sendo utilizadas (Figura 4).

Embora, o uso do solo não pode sobrepor ao código florestal (Lei 4.771) que impede o uso de áreas de RL e APP, diminuindo o potencial para uso agrícola classificado segundo o coeficiente de rugosidade. Contudo, estudos complementares serão necessários para caracterizar integralmente a macrobacia do Paranaíba.

CONCLUSÃO

A forma da rede de drenagem reduz as chances de ocorrer grandes enchentes na microbacia do ribeirão Inhumas.

A infiltração é mais favorável do que o escoamento superficial e os canais retilíneos possibilitam maior transporte de sedimentos.

A predominância de Argissolos e Latossolos em locais com relevo dissecado favorece perdas consideráveis de solo caso não sejam adotadas medidas de proteção contra a erosão hídrica.

Programas de recuperação florestal são necessários, principalmente para direcionar a ocupação de florestas nos mesmos locais de preservação ambiental obrigatória, atendendo a aptidão natural das terras.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à Capes pela concessão das bolsas de pós-graduação. Ao pesquisador José Alexandre Freitas Barrigossi (Embrapa Arroz e Feijão) pelo apoio e revisão desse manuscrito.

REFERÊNCIAS

ANTONELI, V.; THOMAZ, E. L. Caracterização do meio físico da bacia do arroio Boa Vista, Guamiranga-PR. **Caminhos de Geografia**, v. 8, n. 21, p. 46-58, 2007.

ARAÚJO JÚNIOR, A. A. D.; CAMPOS, S.; BARROS, Z. X.; CARDOSO, L. G. Diagnóstico físico conservacionista de dez microbacias do rio Capivara, Botucatu-SP, visando o uso racional do solo. **Irriga**, v. 7, n. 2, p. 106-121, 2002.

BARBOSA, Y. B.; CARVALHO, S. M. Análise morfométrica da bacia do Arroio do Padre, Ponta Grossa-PR. **Caminhos de Geografia**, v. 10, n. 30, p. 160-173, 2009.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo-RJ. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

CARVALHO, E. M. D.; PINTO, A. L. Riscos ambientais em bacias hidrográficas: um estudo de caso da bacia do Córrego Fundo, Aquidauana-MS. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 4, n. 1, p. 53-78, 2009.

CASTILLO, R. Agronegócio e logística em áreas de cerrado: expressão da agricultura científica globalizada. **Revista da ANPEGE**, v. 3, n. 3, p. 33-43, 2007.

ELESBON, A. A. A.; GUEDES, H. A. S.; SILVA, D. D.; OLIVEIRA, I. C. Uso de dados SRTM e plataforma SIG na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Braço Norte do Rio São Mateus, Brasil. **Revista Escola Minas**, v. 64, n. 3, p. 281-288, 2011.

LANA, C. E.; ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Análise morfométrica da bacia do Rio do Tanque-MG, Brasil. **Revista Escola Minas**, v. 54, n. 2, p. 121-126, 2001.

MARTINS, S. G.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FONSECA, S. Erodibilidade do solo nos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 3, p. 322-327, 2011.

MELLO, E. L.; OLIVEIRA, F. A.; PRUSKI, F. F.; FIGUEIREDO, J. C. Efeito das mudanças climáticas na disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do rio Paracatu. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 4, p. 635-644, 2008.

NASCIMENTO, F. R. Categorização de usos múltiplos dos recursos hídricos e problemas ambientais. **Revista da ANPEGE**, v. 7, n. 1, p. 81-97, 2011.

OLIVEIRA, J. H. M.; CHAVES, J. M. Mapeamento e caracterização geomorfológica: ecorregião Raso da Ratarina e entorno NE da Bahia. **Mercator**, v. 9, n. 20, p. 217-238, 2010.

OLIVEIRA, L. B. **Manual de métodos de análise do solos**. Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS, 1979. 227 p.

OLIVEIRA, P. T. S.; SOBRINHO, T. A.; STEFFEN, J. L.; RODRIGUES, D. B. B. Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 8, p. 819-825, 2010.

OLSZEWSKI, N.; FILHO, E. I. F.; COSTA, L. M.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SOUZA, E.; COSTA, O. D. A. V. Morfologia e aspectos hidrológicos da bacia hidrográfica do rio Preto, divisa dos estados do Rio de Janeiro e de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 485-492, 2011.

PISSARRA, T. C. T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego Rico, Jaboticabal-SP. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 2, p. 297-305, 2004.

RABUS, B.; EINEDER, M.; ROTH, A.; BAMLER, R. The shuttle radar topography mission - a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. **Journal of Photogrammetry & Remote Sensing**, v. 57, n. 4, p. 241-262, 2003.

REATTO, A.; MARTINS, E. S.; FARIAS, M. F. R.; SILVA, A. V.; CARVALHO JÚNIOR, O. A. **Mapa pedológico digital – SIG atualizado do Distrito Federal escala 1:100.000 e uma síntese do texto explicativo**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 29 p.

RODRÍGUEZ, E.; MORRIS, C. S.; BELZ, J. E. A global assessment of the SRTM performance. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 72, n. 3, p. 249-260, 2006.

SAMPAIO, M. V.; SANTOS, M. S.; ROCHA, J. S. M.; PAULA, M. D.; MENDES, A. V. Deterioração físico-conservacionista da sub-bacia hidrográfica do rio Ibicuí Mirim-RS. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 2, p. 300-306, 2010.

SANTOS, A. C.; SALCEDO, I. H.; CANDEIAS, A. L. B. Relação entre o relevo e as classes texturais do solo na microbacia de Vaca Brava-PB. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 54, n. 1, p. 86-94, 2002.

SANTOS, G. V.; DIAS, H. C. T.; SILVA, A. P. S.; MACEDO, M. D. N. C. Análise hidrológica e socioambiental da bacia hidrográfica do córrego Romão dos Reis, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 31, n. 5, p. 931-940, 2007.

SILVA, L. P.; ROSA, E. U.; SILVA, C. P. P. Caracterização de parâmetros físicos e do saneamento ambiental de bacia experimental-representativa localizada na Baixada de Jacarepaguá, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Ambiente e Água**, v. 5, n. 3, p. 232-244, 2010.

SILVA, V. A.; MOREAU, M. S.; MOREAU, A. M. S. S.; REGO, N. A. C. Uso da terra e perda de solo na bacia hidrográfica do rio Colônia-Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 310-315, 2011.

SIQUEIRA, S. C. **Análise jurídica do instituto da “reserva florestal legal” na Amazônia**. Minas Gerais, 2007. 112f. Pós-Doutorado (Política e Legislação Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, v. 1, n. 20, p. 137-156, 2007.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; OLIVEIRA, F. A.; PAIVA, J.; CORNÉLIO, E. P.; FERNANDES, F. S. Análise das características quantitativas e qualitativas da microbacia do córrego Barreiro, afluente do rio Uberaba. **Revista Árvore**, v. 35, n. 4, p. 931-939, 2011.

VALLADARES, G. S.; PEREIRA, M. G. Proposta de classificação e mapeamento dos solos do Brasil com base na temperatura do ar, usando interpolação e modelo digital de elevação (SRTM). **Revista de Geografia**, v. 7, n. 2, p. 98-109, 2010.

VILLELA, S. M.; MATOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.

Recebido em 21/11/2018
Aceito em 12/12/2018