



CONSERVAÇÃO DE ÁGUA E SOLO A MONTANTE DA ÁREA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA SANEAGO EM IPORÁ-GO

Flávio Alves de Sousa ^(a), Lília Silva ^(b), Luthiane Silva Alves ^(c)

(a) Professor do curso de geografia da Universidade Estadual de Goiás (UEG) – flavio.alves@ueg.br

(b) Bolsista PIBIC/UEG – liliasilva@hotmail.com

(c) Bolsista PIVIC/UEG – luthisilva@hotmail.com

EIXO: BACIAS HIDROGRÁFICAS E RECURSOS HÍDRICOS: ANÁLISE, PLANEJAMENTO E GESTÃO

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as condições de conservação ambiental na alta bacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio, pois nesta faixa da bacia está a captação de água, que é tratada e distribuída para o consumo da população iporaense. O estudo avaliou e mapeou as condições de declividade do relevo para entender a dinâmica do fluxo superficial da água das chuvas; coletou e analisou amostras de solos das áreas de relevo plano (Latosolos); mapeou as classes de solos presentes na bacia e mapeou o uso e ocupação das terras; também foram realizados testes de condutividade hidráulica dos Latossolos para entender como estes auxiliam na recarga do lençol freático. Apesar da conservação ambiental na bacia não ser a ideal não chega a ser um problema significativo para a conservação da água e dos solos. Com planejamento e manejos simples é possível conseguir uma boa qualidade ambiental na área estudada.

Palavras-chave: Planejamento, conservação, análise.

Introdução

Conforme Sousa (2006), a bacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio ocupa aproximadamente 1/3 da área do município de Iporá, e se estende por mais dois municípios vizinhos. Na sua parte mais a montante, está localizada a estação de captação de água da SANEAGO. As características físicas da bacia hidrográfica, bem como o tipo de uso dos solos que a ela é destinado, influenciam significativamente na qualidade de suas águas, podendo onerar o sistema de captação e tratamento.

Ainda conforme Sousa (2006), o estudo sobre as potencialidades físicas da bacia, pode contribuir positivamente para uma melhor exploração da mesma, de forma a melhorar a produtividade, a preservação de seus recursos naturais e a vida da população envolvida, bem como subsidiar projetos econômicos, de uso e manejo, além de recuperação das áreas degradadas.

Em uma bacia hidrográfica, a inter-relação entre os fenômenos que ali se manifestam resultam num intercâmbio de energia e matéria, que a caracteriza como um sistema aberto, e da combinação entre os elementos do sistema é que surgem as características de cada bacia hidrográfica.

Hall & Fagan (1956), *apud* Chorley (1971), definiram um sistema como “um conjunto de objetos com



relações estreitas entre si e entre seus atributos”, atributos estes representados pelos elementos que compõem o sistema. As bacias de drenagem representam um exemplo importante de sistema aberto, graças ao grande número de elementos que nela interagem. As bacias hidrográficas são consideradas ainda como um sistema aberto, onde a entrada está representada pela chuva e radiação solar e as saídas pelas descargas dos rios e a evaporação (Neto & Batista, 1995).

Como um sistema aberto, a bacia hidrográfica sofre constantes alterações em seus elementos, principalmente após o advento da exploração econômica de suas terras, seja em nível urbano ou rural, o que resulta em combinações diversas dos elementos e alterações no seu fluxo de energia e matéria, exigindo assim, uma melhor avaliação de seu uso, o que só é possível através de um manejo adequado da mesma.

A utilização da bacia hidrográfica como unidade de estudo e gestão ambiental, para o gerenciamento das diferentes formas de ocupação e uso das diversas potencialidades ambientais (recursos minerais, florestais, agropecuários, hídricos, pesqueiro, energético entre outros) têm como objetivo planejar, coordenar, executar e manejar as melhores formas de apropriação e exploração desses recursos ambientais, proporcionando o desenvolvimento socioeconômico das suas respectivas populações, bem como a sustentabilidade dos recursos ambientais, diminuindo ou evitando a degradação da qualidade de vida.

O termo manejo de bacias hidrográficas, segundo Valente (1976), engloba todos os tratamentos que venham a sofrer os recursos naturais da bacia hidrográfica, visando assegurar o máximo suprimento de água dentro de princípios técnicos e econômicos.

O manejo de bacias hidrográficas deve ser entendido como o conjunto de procedimentos resultantes de trabalho integrado, multi e interdisciplinar, que deve ser conduzido para identificar e indicar opções de soluções aos problemas que alteram os sistemas ambientais, que na maior parte dos casos conduzem à deterioração de seus recursos naturais e dos sistemas produtivos. SILVA & BARROS (2003, p. 23).

As alterações ambientais que ocorrem nas bacias hidrográficas, em função da acelerada ocupação humana, variam de acordo com a potencialidade econômica de cada lugar, potencialidade esta que depende de fatores como clima, características das encostas, topografia, geologia, grau de intemperismo e formação dos solos. Desta forma, a análise física da bacia hidrográfica, permite a realização de um zoneamento da mesma, de acordo com o grau de fragilidade de seus compartimentos. Tal fragilidade, segundo Ross (1990), está representada por indicadores como a intensidade de rugosidade topográfica, que associada à declividade, solos, geologia e pluviosidade pode demonstrar suscetibilidades erosivas e tendências a movimentos de massa. Associem-se a isso informações sobre cobertura vegetal e uso da terra para se obter importantes informações fisiológicas sobre uma dada



bacia hidrográfica.

No estudo das características físicas da bacia hidrográfica é muito importante relacionar o índice de precipitação com as características topográficas, principalmente as classes de declividades das vertentes, que influenciam no equilíbrio das encostas, sendo um dos fatores da erosão potencial e dos movimentos de massa. (GUERRA E CUNHA, 2003).

A dinâmica das vertentes é função dos fatores climáticos, topográficos e de uso da terra. Bigarella (1978), lembra que desmoronamentos acentuados ocorrem em vertentes muito íngremes e de solos pouco espessos e saturados, mesmo sob floresta, quando é registrada grande intensidade de precipitação.

O conhecimento do substrato geológico também é de fundamental importância no estudo do potencial físico de uma bacia hidrográfica, “e adquire maior importância quando associado à topografia” (Guerra & Cunha, 2003).

Na ação humana sobre a natureza, a variável do ecossistema mais vulnerável é a cobertura vegetal que é a base do seu equilíbrio. Sua retirada provoca sequelas em todas as outras variáveis do meio, como solos, relevo e ciclo da água. Para Tricart (1977), a retirada da cobertura vegetal repercute sobre a energia da radiação que alcança o solo e, por sua vez, na sua temperatura, com efeitos sobre a fauna e flora, a mineralização do húmus, a nitrificação, enfim, sua fertilidade, isso sem contar a redução na capacidade de resistência à erosão pluvial.

Não se pode esquecer a cobertura vegetal, que defende o terreno contra a erosão através da proteção contra o impacto direto das gotas de chuva; dispersão e quebra da energia das águas de escoamento superficial; aumento da infiltração pela produção de poros no solo por ação das raízes; aumento da retenção de água pela estruturação do solo por efeito da produção e incorporação de matéria orgânica (Bertoni & Lombardi Neto, 1985).

Há ainda que se considerar, que a caracterização física de determinada área, deve sempre estar vinculada a uma proposta de planejamento numa visão de sustentabilidade quando se pensa em desenvolvimento econômico e ambiental, pois os estudos ambientais devem procurar compatibilizar o desenvolvimento da economia humana com as restrições impostas pela natureza, o que favoreceria a redução da degradação ambiental que advém dos processos de desenvolvimento e ocupação do espaço pelas atividades humanas. (SOUSA, 2006)

Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento do projeto contou com uma fase teórica, quando foram analisadas obras



bibliográficas que auxiliaram na compreensão dos fenômenos físicos da paisagem e na elaboração de procedimentos práticos para identificar, medir, e analisar os fenômenos naturais.

Foram baixadas informações cartográficas para compor a confecção dos mapas temáticos. As informações foram: dados altimétricos, baixados do *Topodata* do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais); dados geológicos baixados do *Geobank* no *site* do CPRM; dados hidrográficos e limites de município extraídos do *site* do SIEG-GO. Utilizou-se também o Google Earth como suporte para mapeamento do uso da terra, delimitação da área da bacia e sobreposição de dados de geologia (extraídos do Geobank) e posicionados sobre a área de interesse na bacia.

Todos os dados citados foram trabalhados no software Quantum GIS. Dados de uso das terras foram gerados no Google Earth e exportados no formato *KML* para o Quantum Gis.

Os mapas gerados foram: o de localização da bacia, declividades, solos, uso e ocupação das terras.

A identificação e mapeamento das classes de solos foram realizados com auxílio das feições geológicas da bacia, do mapa de declividades, da imagem de satélite e através de incursões em campo, onde se aproveitou para coletar amostras de Latossolos e realizar testes de condutividade hidráulica dos mesmos.

As amostras de solos coletadas (num total de 16) em vários pontos da bacia foram levadas para o laboratório, onde se realizaram análises de textura, pois estas análises ajudam a entender a dinâmica da condutividade hidráulica de cada classe de solos. Para as análises texturais foi utilizado o método do densímetro de Bouyoucos (1927) descrito por Gee & Bauderi (1986).

Para os testes de condutividade hidráulica dos solos foi utilizado o Infiltrômetro Mini-Disk, que consiste em aparelho de tamanho reduzido, de fácil manejo e de alta precisão e com pouquíssima utilização de água. Para cada ponto de coleta de solo foram realizados três testes de condutividade hidráulica, e os resultados médios são apresentados neste relatório.

Resultados e discussões

A bacia do Ribeirão Santo Antônio pertence à bacia hidrográfica do Araguaia e localiza-se entre os paralelos 16° 19' 45" e 16° 42' 05" de latitude sul e os meridianos 51° 04' 30" e 51° 23' 27" de longitude oeste. A bacia está representada na figura a seguir.

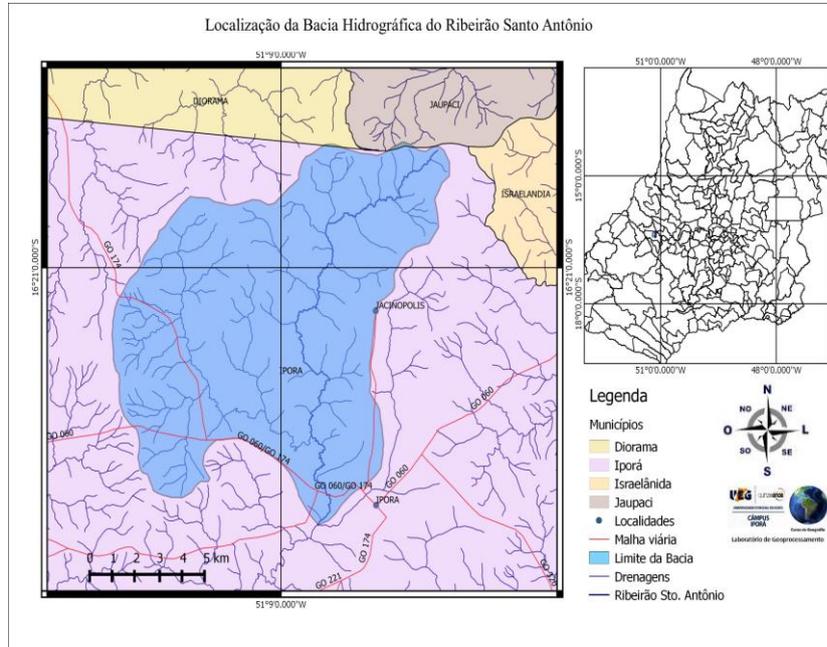


Figura 1. Alta Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio.

A bacia em questão apresenta litologia predominantemente granítica de idade Paleozóica em quase sua totalidade, aparecendo em alguns pontos, coberturas sedimentares das formações Furnas e Ponta Grossa de idade Siluro/Devoniana, bem como coberturas detrítico-lateríticas de idade Cenozóica. Apresenta ainda rochas alcalinas (Gabros e Piroxenitos) de idade Cenozóica.

A drenagem apresenta padrão dendrítico e a cobertura vegetal nativa (mata ciliar) ainda é razoavelmente preservada em cerca de 40 % da extensão dos mananciais, embora não atinjam em muitos pontos as larguras determinadas pelo novo código florestal.

O relevo varia de plano a suave ondulado com declividade predominantemente plana, entre 0 e 6%. As áreas de divisores apresentam declividades mais acentuadas, entre de 12 a > 20%, sendo que a oeste da bacia os divisores são sustentados por rochas graníticas e a norte e nordeste por rochas alcalinas (Gabros e Piroxenitos). O mapa a seguir mostra as declividades predominantes na bacia.

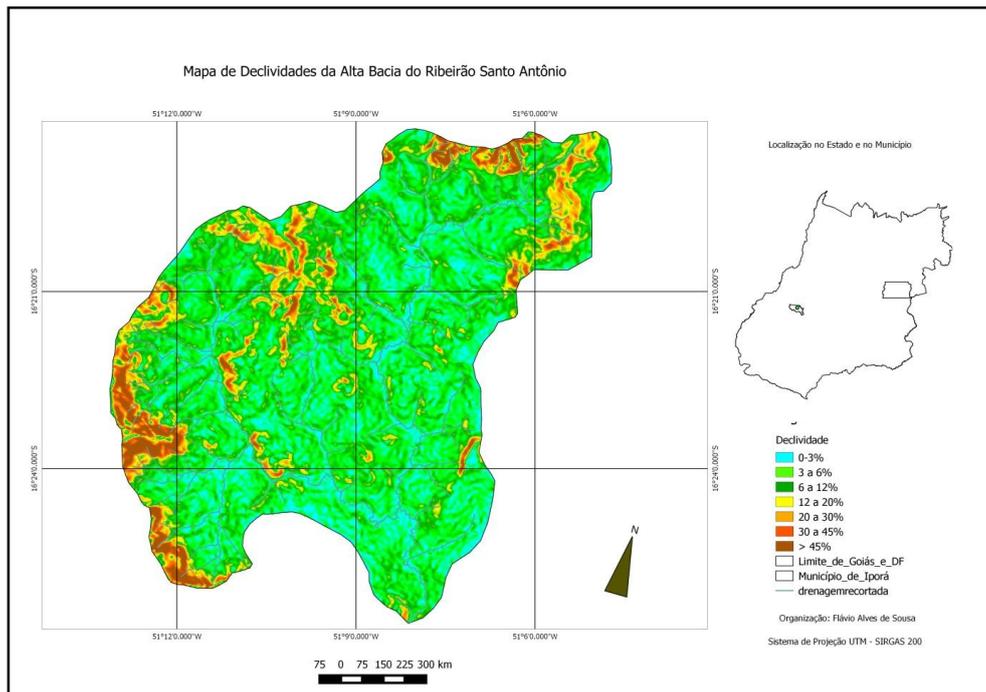


Figura 2. Mapa de Declividades

Os Latossolos analisados apresentam texturas predominantemente argilosas a muito argilosa (75%) e Franco argilo/arenosa em 25% das amostras, como é possível ver na pirâmide textural e no quadro 1.

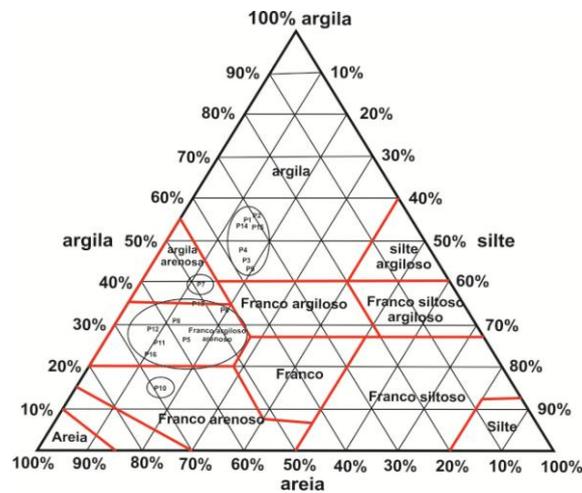


Figura 3. Pirâmide textural dos Latossolos.

Quadro I. Frações texturais dos Latossolos da Alta bacia do Ribeirão Santo Antônio

Amostra	Classe	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Total
1	Latossolo Vermelho Muito-escuro	55	13	32	100
2	Latossolo Vermelho Muito-escuro	56	14	30	100
3	Argissolo Vermelho-Escuro	45	18	37	100
4	Latossolo Vermelho-Amarelo	48	16	36	100
5	Latossolo Vermelho-Escuro	25	15	60	100
6	Latossolo Vermelho-Escuro	35	20	45	100



7	Latossolo Vermelho-Amarelo	41	12	47	100
8	Latossolo Vermelho-Amarelo	32	12	56	100
9	Latossolo Bruno amarelado	43	20	37	100
10	Latossolo Bruno avermelhado	16	17	67	100
11	Latossolo Bruno avermelhado	27	11	62	100
12	Latossolo Bruno escuro	30	10	60	100
13	Latossolo Bruno avermelhado	36	13	51	100
14	Latossolo Bruno escuro	55	13	32	100
15	Latossolo Bruno escuro	54	14	32	100
16	Latossolo Bruno amarelado	25	11	64	100

Os Latossolos correspondem à maior parte da bacia, o que caracteriza uma área de recarga do lençol freático da ordem de 60,8%. Todavia as áreas planas onde se desenvolvem os Latossolos são descontínuas e geralmente estes solos apresentam uma compactação superficial, que dificulta a infiltração de água.

Apesar da bacia não apresentar áreas de erosão linear significativas, as poucas existentes estão situadas sobre Argissolos, que apresentam um horizonte **A** que varia de 40 a 60 cm e logo abaixo um horizonte **Bt** que dificulta a infiltração da água que se acumula no horizonte **A** promovendo processos erosivos lineares nas formas de sulcos e ravinas. O quadro a seguir mostra a área ocupada pelas classes de solos na bacia.

Quadro II. Classes de solos e área ocupada.

Classe de solo	Área (km ²)	Área (ha)	Área (%)
Latossolos	83.4	8.340	60.8
Argissolos	41.58	4.158	30.35
Cambissolos	8.2	820	5.98
Neossolos litólicos	3.27	327	2.38
Outros	0.55	55	0.49
TOTAIS	137	13.700	100

Os Latossolos presentes na bacia variam conforme a litologia onde os mesmos foram formados, portanto são solos autóctones.

Aqueles desenvolvidos sobre rochas alcalinas (Gabros e Piroxenitos) que compõem as amostras de 1 a 3 apresentam coloração escura (Vermelho muito-escuro) segundo carta de cores de Munsell devido a alta presença de minerais ferro-magnesianos na composição mineralógica destas rochas. A textura é argilosa a muito argilosa.

Os Latossolos Vermelho-Escuros estão associados a rochas sedimentares das formações Furnas e Ponta Grossa e a textura varia de argilosa a Franco argila/arenosa.

Latossolos Vermelho-Amarelos estão associados às formações graníticas/gnáissicas, com solos de textura Franco/arenosa a Franco argilo/arenosa.

Os Latossolos Brunos aparecem tanto em áreas onde predominam rochas como os sienitos e



granodioritos, como em rochas de coberturas sedimentares cenozoicas, e a textura varia de Franco arenosa a Franco argilo/arenosa. O mapa mostra a distribuição das classes de solos na bacia.

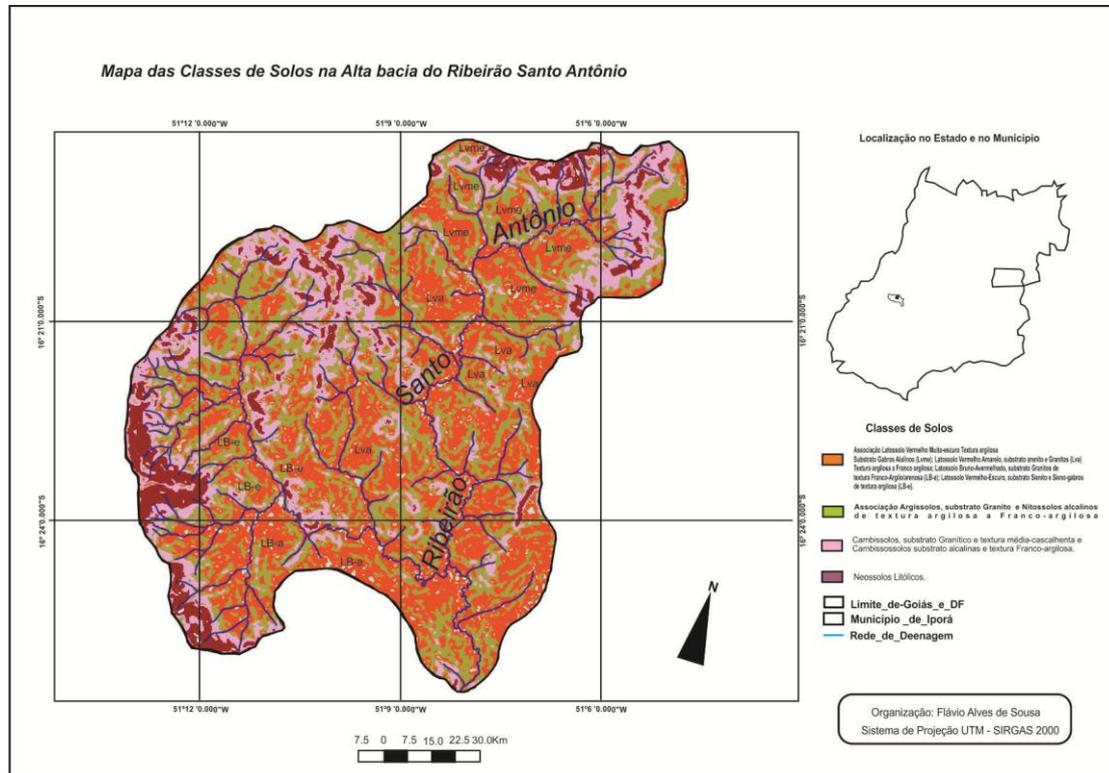


Figura 4. Mapa de Classes de Solos

Condutividade hidráulica dos Latossolos.

É possível notar que apesar da bacia apresentar mais de 60% de sua área formada por terrenos planos e predomínio dos Latossolos, os mesmos não apresentam boas condutividades hidráulicas, como é possível ver no quadro a seguir, onde 56% dos solos amostrados apresentam condutividades baixas e 31,25% condutividades muito baixas, e apenas 12,5% apresentam condutividade média.

A presença de pastagens nas áreas amostradas pode ser responsável por este fenômeno, que resulta em solos compactados superficialmente pelo pisoteio do gado e principalmente pela baixa taxa de conservação das pastagens, que em boa parte da bacia estão degradados. Outro fator é o gradiente textural, que quanto mais argiloso menor a condutividade, como se vê no quadro abaixo. Menor infiltração implica em maior erosão laminar que por sua vez implica em perdas de solos e em assoreamento de mananciais.

Quadro III. A condutividade hidráulica dos Latossolos na Alta Bacia do Ribeirão Santo Antônio.

Valores de referência	Pontos	Kv médio em cm/s dos	Textura
-----------------------	--------	----------------------	---------



em cm/s conforme Terzagui e Peck (1967)		solos amostrados	
Médio: 10^{-1} a 10^{-3}	9 e 10	$1,52 \times 10^{-3}$	Argila arenosa e Franco arenoso
Baixo: 10^{-3} a 10^{-5}	1,4,5,6,7,8,11,12,14	$3,96 \times 10^{-4}$	Franco argiloso/arenoso a argilosa
Muito Baixo: 10^{-5} a 10^{-7}	2,3,13,15,16	$3,34 \times 10^{-6}$	Franco argila arenosa a muito Argiloso



Figura 5. Infiltrômetro Mini-Disk utilizado na realização dos testes de condutividade hidráulica.

Uso e ocupação da terra

Sobre o uso e ocupação das terras a bacia apresenta um uso predominante por pastagens o que é justificado pela descontinuidade dos terrenos planos, que apesar de assentar uma maior parte de latossolos, não são suficientemente contínuos para o desenvolvimento da agricultura extensiva, como se pode verificar no mapa de uso a seguir, e no tamanho das áreas ocupadas por lavouras.

O uso por pastagens é então preferido pelos produtores, que inclusive ocupam áreas de declividades mais acentuadas, onde predominam o cambissolos, e há ainda a falta de preocupação com a fertilidade dos solos por parte dos mesmos.

As áreas de matas parcialmente preservadas estão circunscritas à pequenas manchas distribuídas aleatoriamente pela bacia, sendo que a maior parte delas está sobre terrenos mais íngremes constituídos por Cambissolos e Neossolos litólicos em áreas de divisores, onde o desmatamento é mais difícil e os solos são mais rasos.



As matas ciliares estão relativamente protegidas ao longo dos mananciais sem, contudo, atender as larguras necessárias na maior parte da extensão dos cursos d'água. O mapa mostra a distribuição dos principais usos da terra na bacia.

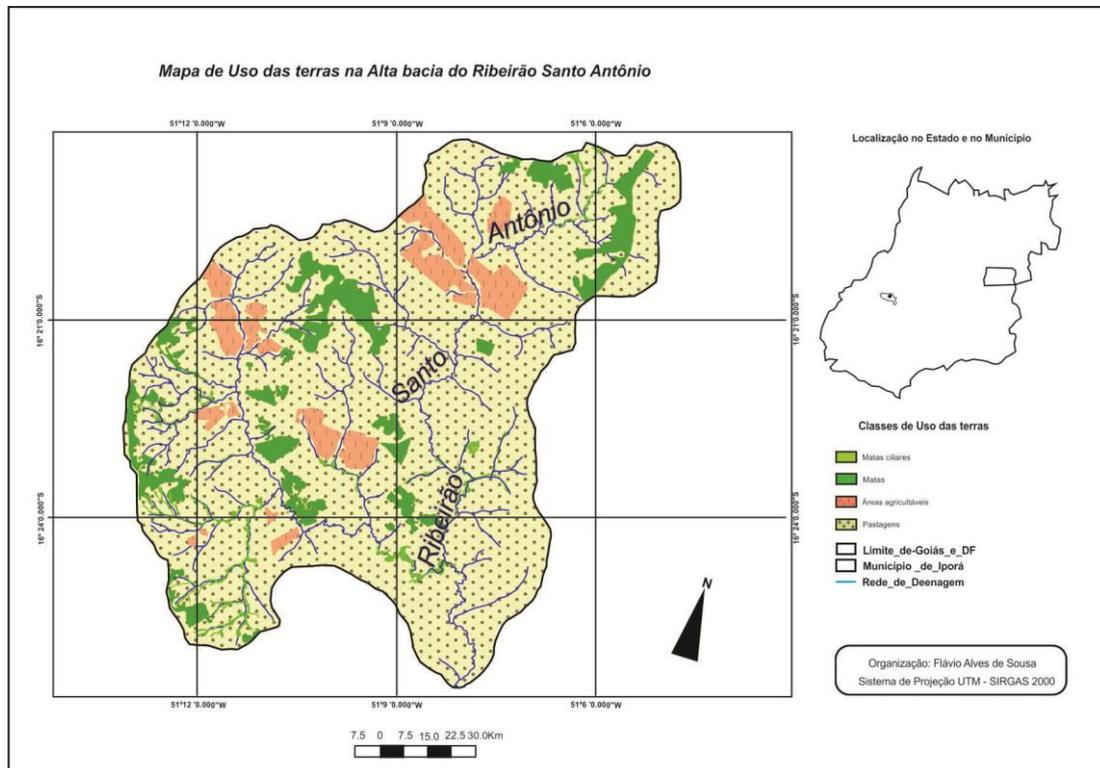


Figura 6. Mapa de uso da terra.

A seguir têm-se as áreas ocupadas por cada classe de uso.

Quadro IV. Áreas ocupadas pelos diferentes tipos de uso da terra.

Classe de uso da terra	Área em hectare	Área em %
Agricultura	952,9	6,69
Pastagens	11.346,3	82,82
Matas e Matas ciliares	1.400,8	10,49
Totais	13.700	100

Considerações finais

A partir do que foi avaliado, pode-se dizer que a bacia apresenta conservação de água e solos moderada, nem tanto pela iniciativa de planejamento, seja por parte do poder público, seja por parte dos proprietários de terras, mas pela própria condição natural da bacia, ou seja.

A bacia apresenta relevo suave ondulado a ondulado, que favorece uma relativa conservação da vegetação nativa nas áreas de encostas mais íngremes onde está a maior parte das nascentes.

Outro aspecto é a própria litologia, que associada ao tipo climático com dois períodos distintos, um



chuvoso e outro mais seco, não favoreceu o desenvolvimento de terrenos planos, uma vez que a maior parte da litologia da bacia é formada por granitos e gnaisses, que são rochas resistentes ao intemperismo, e a sua modelagem resulta em relevo geralmente de topos convexos.

A condição geológica e climática inibe também as erosões lineares, que são muito inexpressivas na bacia.

Mas há problemas, que devem ser pensados e trabalhados em ações de planejamento para a conservação de água e solos, como por exemplo, nas áreas mais planas os solos estão superficialmente compactados, dificultando a infiltração da água, ou mesmo apresentam características texturais que também inibem este processo, e isso gera maior erosão laminar que atingem diretamente os mananciais, que estão cada vez mais assoreados, além de inibir a percolação da água em direção ao lençol freático, que em tempos de escassez de chuvas, alimentam os cursos d'água.

O uso das terras é predominantemente por pastagem, que na maior parte da bacia está em má condição de conservação, com solos compactados e sem técnicas de contenção da erosão, como as curvas de nível. As matas ciliares são mais extensas nos poucos locais onde predomina hidromorfia, pois nestes pontos o uso é mais dificultado, mas na maior parte dos cursos de água as matas são descontínuas longitudinalmente e estreitas. Quanto às matas (capões) estas aparecem integrais na imagem de satélite, todavia no campo sua base é ocupada por pastagens na maior parte dos casos. Cabe ainda destacar, que somando-se matas e matas ciliares a porcentagem é bem inferior ao exigido pela legislação ambiental.

Enfim, é necessário um planejamento no setor de microbacia para auxiliar na conservação da água e do solo na bacia, caso contrário com o aumento da demanda por água e com a má conservação da bacia, a mesma irá ser insuficiente para o abastecimento da cidade.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás –FAPEG, pelo apoio financeiro através do programa de Participação em Eventos.

Referências

BERTONI, J. & LOMBARDI Neto, F. – **Conservação do Solo**. Piracicaba/SP: Livroceres, 1985.

BIGARELLA, J. J. – **A Serra do mar e a porção oriental do estado do Paraná**. Um problema de segurança ambiental e nacional. Curitiba: Secretaria de Planejamento do Paraná/ associação de Defesa e educação Ambiental: 248 p. 1978.

CHORLEY, R. J. – A geomorfologia e a teoria dos sistemas gerais. In: **Notícia geomorfológica**. Campinas 11(21): 3-22, jun., 1971.



GUERRA, J. T. & CUNHA, S. B. da. – Degradação Ambiental. In: **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

GEE, G.W. & BAUDER, J.W. Particle-size analysis. In: **Methods of soil analysis. Part 1, 2nd ed.**, Madison, American society of Agronomy, 1986. pp 383-411.

ROSS, J. L. S. – **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.

SILVA, J. A. da. e BARROS, M. V. F. – **Uso do solo no manejo de bacias hidrográficas: o caso da bacia do ribeirão Cafezal – Londrina Paraná**. In: Geografia, meio ambiente e desenvolvimento. Márcia Siqueira de Carvalho (org.). Londrina: UEL, 2003.

SOUSA, F. A. de. **Uso e ocupação na bacia hidrográfica do ribeirão Santo Antônio em Iporá-GO, como subsídio ao planejamento** (Dissertação de Mestrado). Goiânia: IESA/UFG, 2006.

SOUSA, R. V. Barbosa & CELEGOI, André. Avaliação da condutividade hidráulica do solo em área agrícola e florestada na cidade de Londrina (PR) com uso de permeâmetro de Guelph. **Bol. Geografia. V. 29, n.2**. Maringá, 2011. P. 123-133.

TRICART, J. – **Ecodinâmica**. IBGE/SUPREN. Rio de Janeiro, 1977,

VALENTE, O. P. – Manejo de bacias hidrográficas. In: SANEAMENTO Rio de Janeiro: 50(2): p. 104 – 109, abr./jun. 1976.