

ANÁLISE MORFOMÉTRICA E SOCIOAMBIENTAL DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA AMAZÔNICA, CARLINDA, MT¹

Ricardo Keichi Umetsu², Négila Pereira², Érica Marcieli Furlan de Pedri de Campos³, Cristiane Akemi Umetsu⁴, Ricardo Abad Meireles de Mendonça⁵, Paula Bernasconi⁵ e Mairo Fábio Camargo²

RESUMO – Estudos morfométricos e socioambientais foram realizados na bacia hidrográfica do rio Monte Sinai, em Carlinda, MT, visando à criação de subsídios para a sua sustentabilidade ambiental. Para tanto, foram utilizados dados SRTM 90 m, reamostrados para 30 m, para a geração do modelo digital de elevação e dados SPOT (10 m), para a avaliação do uso e cobertura da terra, através de técnicas de SIG. Além disso, foram feitas entrevistas semiestruturadas com os moradores locais e visitas de campo. Os resultados apontaram que a bacia apresenta padrão dendrítico de quarta ordem. A razão altimétrica, declividade, densidade de drenagem e fator de forma indicaram forte controle estrutural da drenagem da bacia hidrográfica. Entretanto, o atual uso e cobertura da terra, dominada por pastagens e mata ciliar degradada, favorecem os processos erosivos e, conseqüentemente, a perda da fertilidade do solo e o assoreamento dos cursos d'água. Foram apontados indicadores de degradação, assim como estratégias de manejo adequadas à melhoria ambiental que venham contribuir e garantir a sustentabilidade ambiental da bacia.

Palavras-chave: Recursos hídricos, Amazônia, Gestão e Planejamento Ambiental.

MORPHOMETRIC AND SOCIO-ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF AN AMAZONIAN WATERSHED, CARLINDA, MT, BRAZIL

ABSTRACT – Morphometric and environmental studies were performed in Monte Sinai River Watershed, Carlinda, state of Mato Grosso, Brazil, to create subsidies for its environmental sustainability. Thus, it was used SRTM 90 m data, resampled to 30 m, for the generation of digital elevation model data, and SPOT data (10 m) to evaluate the land use/cover, using GIS techniques. In addition, semi-structure interviews with local residents and field visits were conducted. The results showed that the watershed has dendritic drainage pattern of fourth order. The relief ratio, slope, drainage density and shape aspects demonstrate the strong structural control of drainage watershed. However, the current land use/cover, dominated by pastures and degraded riparian vegetation, favored erosion and loss of soil fertility and sedimentation of waterways. Degradation indicators were pointed out, as well as suitable management strategies for environmental improvement that would contribute and ensure the environmental sustainability of the watershed.

Keywords: Water resources, Amazon, Environmental Management and Planning.

¹ Recebido em 09.10.2009 e aceito para publicação em 15.11.2011.

² Departamento de Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT, Brasil. E-mail: <kumetsu@yahoo.com.br>, <negilahtflowers@gmail.com> e <mairocamargo@hotmail.com>

³ Secretaria de Meio Ambiente e Turismo, Prefeitura Municipal de Carlinda, MT. E-mail: <prefeituradecarlinda@yahoo.com.br>.

⁴ Universidade Estadual de Maringá, UEM, Brasil, Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais. E-mail: <caumetsu@yahoo.com.br>.

⁵ Instituto Centro de Vida - ICV, Cuiabá, MT. E-mail: <ricardoabad@icv.org.br> e <paula@icv.org.br>.

1. INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas são unidades fundamentais para a gestão da terra e da água, sendo identificadas como unidades de planejamento administrativo para fins de conservação dos recursos naturais (VITTALA et al., 2008). Os componentes das bacias hidrográficas coexistem em permanente e dinâmica interação, respondendo às interferências naturais e àquelas de natureza antrópica, o que afeta os ecossistemas como um todo (SOUZA; FERNANDES, 2000).

O conhecimento desses componentes e de suas interações é fundamental para o uso racional dos recursos naturais. Dessa forma, análises morfométricas detalhadas em bacias hidrográficas revelam indicadores físicos específicos (ALVES; CASTRO, 2003; SREEDEVI et al., 2009) e, juntamente com as análises socioeconômicas e de uso e cobertura da terra, permitem uma avaliação integrada. Com isso, é possível criar mecanismos para a gestão e planejamento ambiental de bacias hidrográficas, principalmente aqueles vinculados aos efeitos do desmatamento.

Mudanças na cobertura florestal causadas pela substituição da vegetação original, como as observadas ao longo da Amazônia brasileira, onde atualmente ocorre o domínio da pecuária e da agricultura, resultam em inúmeras mudanças importantes nas propriedades físicas e químicas do solo que influenciam no escoamento superficial e no transporte de sedimentos do solo para a água, causando uma série de problemas ambientais, como erosão, assoreamento e eutrofização (NEILL et al., 2006; MAEDA et al., 2008).

Essa realidade se faz presente no Município de Carlinda, que está inserido no Território Portal da Amazônia, no extremo Norte do Estado de Mato Grosso, e possui área de 2.410 km². O município faz limite a Noroeste pelo rio Teles Pires, a Leste pelo rio Quatro Pontes e ao Sul pelo rio Ariranha. Sua rede de drenagem é subdividida em 55 subbacias hidrográficas, que fazem parte da bacia hidrográfica do Alto Tapajós, as quais apresentam estado crítico quanto à cobertura florestal, sobretudo nas Áreas de Preservação Permanente (APPs).

Assim, com o objetivo de criar subsídios para a gestão e planejamento ambiental dessas bacias hidrográficas, bem como contribuir com o conhecimento para a aplicação desse diagnóstico a outras sub-bacias, para a realização deste estudo foi selecionada a subbacia com menor cobertura florestal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Monte Sinai está localizada no Município de Carlinda, MT (Figura 1). Através dos estudos realizados durante a Agenda 21 Local, esta bacia foi identificada como a de menor cobertura florestal e, dessa forma, selecionada para a realização de estudos morfométricos e socioambientais.

Conforme classificação de Köppen, o município apresenta clima Tropical tipo AWI, chuvoso, com nítida estação seca com temperaturas altas e precipitação média anual de 2.750 mm (IBGE – 2007). O relevo faz parte do Planalto Apicás-Sucurundi e da depressão Interplanáltica Amazônica Meridional e apresenta várias serras em forma de cristas geomorfológicas, que servem como divisores de água, posicionando-se entre 200 e 300 m de altitude (FARID, 1992). A vegetação do Município de Carlinda é constituída de duas grandes formações vegetais: Floresta Estacional e contato Floresta Ombrófila/ Floresta Estacional (SEPLAN, 2002), com solos Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico (SEPLAN, 2001).

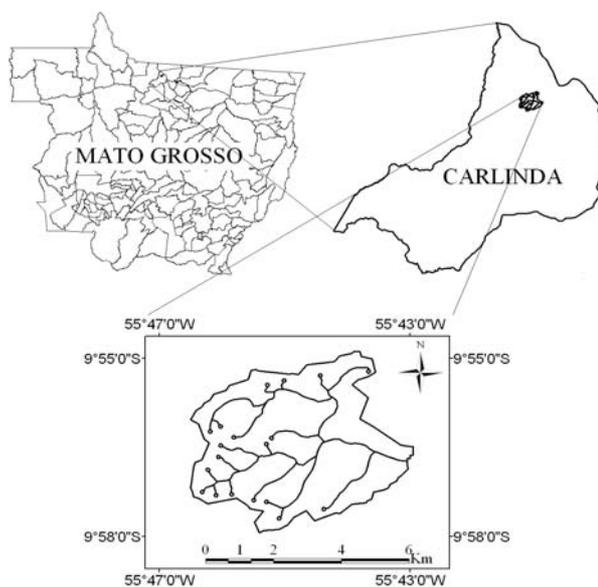


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Monte Sinai, em Carlinda, MT.

Figure 1 – Monte Sinai River Watershed location map, Carlinda, MT.

2.2. Análise morfométrica

A análise morfométrica foi baseada a partir de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na escala 1:50.000, com curvas de nível de 20 em 20 m, em que se utilizaram as cartas topográficas Juruea SC-21-X-C e SC-21-Z-A e também dados do Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM).

O Modelo Digital de Elevação (MDE – SRTM 90 m) foi adquirido através do Consultative Group for International Agriculture Research Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI), disponível em <<http://srtm.csi.cgiar.org>>. Por meio da interpolação (krigagem gaussiana) proposta por Valeriano et al. (2006) e utilizando ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) do programa ArcGIS (ESRI, 2006), os dados SRTM 90/90 m foram reamostrados para 30/30 m.

Utilizando o novo MDE e ferramentas de SIG, delimitou-se a divisão topográfica da bacia hidrográfica, que se trata de uma linha teórica que passa através dos pontos mais altos entre os sistemas de drenagem adjacentes, e, com isso, calcularam-se a área (A); o perímetro (P); o comprimento (L); a altitude máxima (H) e mínima (h); e a declividade, calculada segundo a metodologia proposta por van Haveren (1986). As classes de declividade foram separadas em intervalos distintos, conforme a classificação proposta pela Embrapa (1979). O ordenamento dos cursos d'água e o cálculo dos parâmetros morfométricos derivados e de forma foram obtidos segundo as metodologias apresentadas na Tabela 1.

2.3. Análise do uso e cobertura da terra

Foram utilizadas imagens SPOT-5[®] (Copyright 2001-2010 Satellite Imaging Corporation – SIC) multiespectral de 10 m, obtidas no ano de 2007. O processo de classificação da imagem foi realizado com o auxílio da metodologia de máxima verossimilhança (LILLESAND; KIEFER, 2000; MARCAL et al., 2005), utilizando-se o programa ENVI (RSI, 1997). As classes de uso e cobertura da terra foram processadas e comparadas com informações obtidas em mapas topográficos e visitas de campo.

2.4. Aspectos socioeconômicos

Para avaliação dos aspectos socioeconômicos deste estudo, objetivou-se entrevistar, por meio de roteiros semiestruturados, todos os proprietários rurais inseridos

na bacia hidrográfica. A coleta de dados foi executada nos meses de fevereiro a abril do ano de 2007. Nesse período, os proprietários entrevistados foram questionados quanto a informações referentes à propriedade rural, como: produtividade anual, atividades econômicas exercidas, área e existência de implementos agrícolas; informações socioeconômicas: número de residentes na propriedade, renda familiar total, local de origem, tempo de residência na propriedade, relações cooperativistas, comércio e expectativa de futuro para a região; e informações referentes à percepção ambiental dos proprietários.

3. RESULTADOS

3.1. Análise morfométrica

O MDE foi obtido com resolução espacial de 30/30 m, sendo calculados os parâmetros morfométricos (Figura 2). O padrão de drenagem da bacia é dendrítico. Com base na ordem de drenagem, a bacia hidrográfica do rio Monte Sinai foi classificada como de quarta ordem (Figura 3), sendo calculados os aspectos básicos, derivados e de forma (Tabelas 2 e 3).

A densidade de drenagem na área de estudo foi de 1,68 (Tabela 2), enquanto a textura de drenagem é relativamente espessa. Segundo Villela e Mattos (1975), a densidade de drenagem pode variar de 0,5 km/km² em bacias com drenagem pobre a 3,5 ou mais nas bacias excepcionalmente bem drenadas. Dessa forma, a bacia apresenta baixa capacidade de drenagem.

Os valores de RI da bacia hidrográfica Monte Sinai estão apresentados na Tabela 2. Diferenças na declividade e condições topográficas causam variação no RI entre sucessivas ordens de cursos d'água e apresentam importante relação com o escoamento superficial e o estágio de erosão da bacia (SREEDEVI et al., 2009).

O coeficiente RHO da bacia é 0,80 (Tabela 2), valor que indica maior armazenamento hídrico durante os períodos de cheias e que ocorre atenuamento dos efeitos da erosão durante vazões elevadas. A frequência de drenagem obtida foi 1,37.

A altitude máxima (H) da bacia é 303 m e a mínima (h), 247 m. Dessa forma, a amplitude altimétrica é de 56 m (Tabela 2). O valor obtido da razão de amplitude altimétrica (Rr) indica a baixa capacidade de descarga da bacia (Tabela 2). Os aspectos de forma da bacia hidrográfica apresentaram sua forma oval e comportamento de escoamento lento (Tabela 2).

As características dos cursos d'água confirmam a primeira lei de Horton (1945), "lei do número de rios", que afirma que o número de rios de diferentes ordens em dada bacia hidrográfica tende a aproximar-se inversamente de uma proporção geométrica. O número de cursos d'água de cada ordem é mostrado na Tabela 3.

A média da razão de bifurcação é 2,91, e o Rb de cada ordem está apresentado na Tabela 3. Razões de bifurcação variam caracteristicamente entre 3 e

5 em bacias onde a influência das estruturas geológicas na rede de drenagem é desprezada (VERSTAPPEN, 1983).

A declividade da bacia hidrográfica varia entre 0 e 14,7° (Figura 4). A Tabela 4 apresenta as informações quantitativas associadas à declividade do terreno da bacia. Observa-se, nessa tabela, que a maior parte do relevo corresponde a plano suavemente ondulado e ondulado.

Tabela 1 – Metodologia adotada para o cálculo dos parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do rio Monte Sinai, em Carlinda, MT.

Table 1 – Methodology used for the morphometric parameters calculation of Monte Sinai River Watershed, Carlinda, MT.

Parâmetro morfométrico	Fórmula	Referência
Ordem do curso d'água	Cursos d'água com apenas um segmento são considerados de 1ª ordem. A junção de dois segmentos de 1ª ordem gera um segmento de 2ª ordem e assim sucessivamente.	Strahler (1957)
Razão de bifurcação (Rb)	$Rb = Nu / Nu + 1$ Onde, Nu = Número total de segmentos de curso d'água de ordem 'u' Nu + 1 = Número segmentos de uma ordem maior.	Schumn (1956)
Razão de comprimento de de ordem drenagem (RI)	$RI = Lu / Lu - 1$ Onde, Lu = Comprimento médio do curso d'água de segmento de ordem 'u' Lu - 1 = Comprimento total do próximo segmento de menor ordem.	Sreedevi et al. (2009)
Coeficiente RHO	$RHO = RI/Rb$ Onde, RI = Razão do comprimento de drenagem Rb = Razão de bifurcação	Horton (1945)
Frequência de drenagem (Fs)	$Fs = \Sigma nu / A$ Onde, Σnu = Número total de segmentos de todas as ordens A = Área da bacia	Horton (1945)
Densidade de drenagem (Dd)	$Dd = \Sigma Lt / A$ Onde, Lt = Comprimento total dos cursos d'água A = Área da bacia	Horton (1945)
Textura de drenagem (T)	$T = Dd \times Fs$ Onde, Dd = Densidade de drenagem Fs = Frequência de drenagem	Smith (1950)
Amplitude altimétrica (R)	$R = H - h$ Onde, H = Altitude máxima h = Altitude mínima	Hadley e Schumm (1961)
Razão de amplitude altimétrica (Rr)	$Rr = R / L$ Onde, R = Amplitude altimétrica L = Comprimento da bacia	Schumm (1963)
Razão de alongamento (Re)	$Re = D / L = 1,128 A / L$ Onde, A = Área da bacia L = Comprimento da bacia 1,128 = Constante	Schumm (1956)
Índice de circularidade (Rc)	$Rc = 4\pi A / P^2$ Onde, A = Área da bacia P = Perímetro da bacia	Strahler (1964)
Fator de forma (Ff)	$Ff = A / L^2$ Onde, A = Área da bacia L = Comprimento da bacia	Horton (1945)

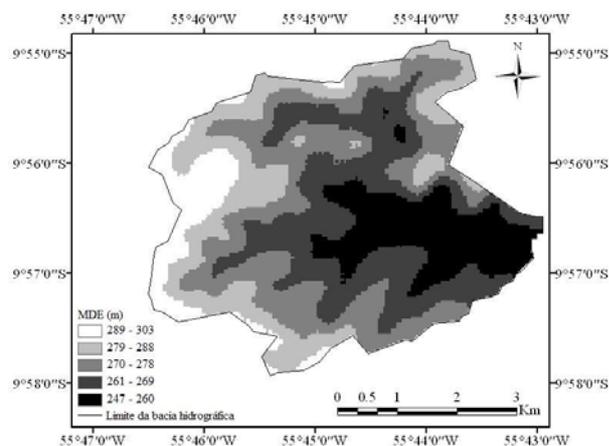


Figura 2 – Modelo digital de elevação (MDE) da bacia hidrográfica do rio Monte Sinai, em Carlinda, MT.

Figure 2 – Digital elevation model map (DEM) of Monte Sinai River Watershed, Carlinda, MT.

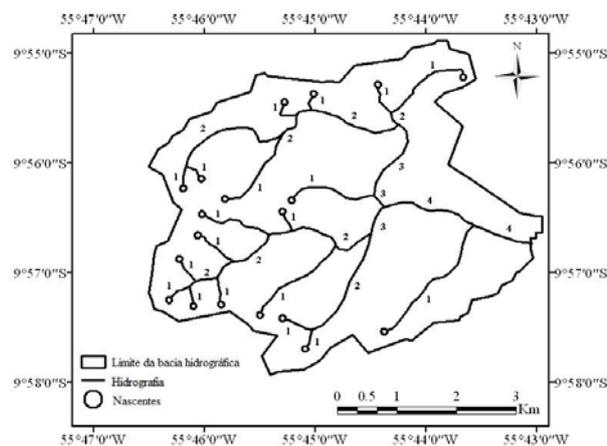


Figura 3 – Ordenamento da bacia hidrográfica do rio Monte Sinai, em Carlinda, MT.

Figure 3 – Watershed order of the Monte Sinai River, Carlinda, MT.

Tabela 2 – Parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do rio Monte Sinai, em Carlinda, MT.

Table 2 – Morphometric parameters of Monte Sinai River Watershed, Carlinda, MT, Brazil.

Parâmetros	Valor
Área (km ²)	19,02
Perímetro (km)	22,92
Comprimento (km)	6,40
Ordem	4 ^a
Número total de cursos d'água	26
Comprimento total dos cursos d'água (km)	32,09
Altitude máxima (m)	303
Altitude mínima (m)	247
Coefficiente RHO	0,80
Frequencia de drenagem (km ⁻²)	1,37
Densidade de drenagem (km ⁻¹)	1,68
Textura de drenagem (km ⁻¹)	2,30
Amplitude altimétrica (m)	56
Razão de amplitude altimétrica (m.km ⁻¹)	8,75
Coefficiente de compacidade	0,76
Índice de circularidade	0,45
Fator de forma	0,46

Tabela 3 – Propriedades de drenagem da bacia hidrográfica do rio Monte Sinai, em Carlinda, MT.

Table 3 – Drainage patterns of Monte Sinai River Watershed, em Carlinda, MT, Brazil.

Propriedade	Ordem dos Cursos d'água			
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
Número de cursos d'água	19	4	2	1
Razão de bifurcação		4,75	2	2
Comprimento total dos cursos d'água (km)	16,30	11,24	1,61	2,93
Comprimento médio dos cursos d'água (km)	0,86	2,81	0,80	2,93
Razão de comprimento dos cursos d'água.		3,27	3,51	0,27

Tabela 4 – Distribuição das classes de declividade da bacia hidrográfica do rio Monte Sinai, em Carlinda, MT.
Table 4 – Slope distribution classes of Monte Sinai River Watershed, Carlinda, MT, Brazil.

Classes de Declividade		Relevo	Área (km ²)	%
(%)	(°)			
0 – 3	0 – 1,72	Plano	3,682	19,36
3 – 8	1,72 – 4,58	Suavemente ondulado	9,455	49,71
8 – 20	4,58 – 11,31	Ondulado	5,799	30,49
20 – 45	11,31 – 24,23	Fortemente ondulado	0,084	0,44
TOTAL			19,02	100

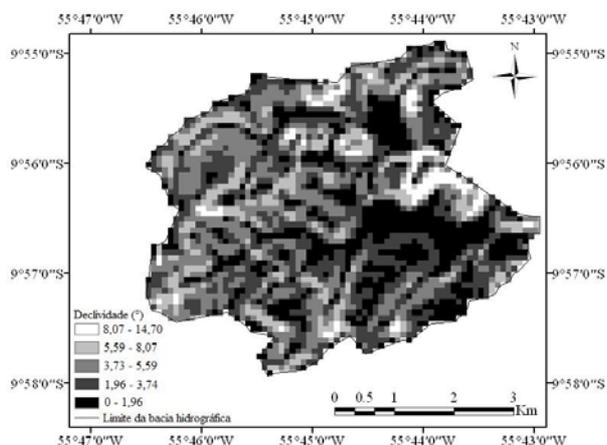


Figura 4 – Classes de declividade da bacia hidrográfica do rio Monte Sinai, em Carlinda, MT.

Figure 4 – Slope classes map of Monte Sinai River Watershed, Carlinda, MT.

de 1995) requer a manutenção de no mínimo 50 m. Essas áreas protegidas, na bacia hidrográfica Monte Sinai, representam um espaço de aproximadamente 3,11 km², estando apenas 0,78 km² (25,22%) com cobertura florestal.

3.3. Aspectos socioeconômicos

Foram entrevistados 35 proprietários rurais, sendo apenas um não proprietário do imóvel. As propriedades possuíam, em média, quatro moradores e, com exceção dos menores de idade, todos os residentes contribuíam para o rendimento familiar. Todas as propriedades apresentavam como atividade econômica principal a pecuária de corte e de leite, por ser considerada pelos produtores atividade de retorno financeiro de curto prazo. Eles não participavam de associações cooperativistas, e os produtos gerados na propriedade eram vendidos para laticínios, frigoríficos ou diretamente para terceiros.

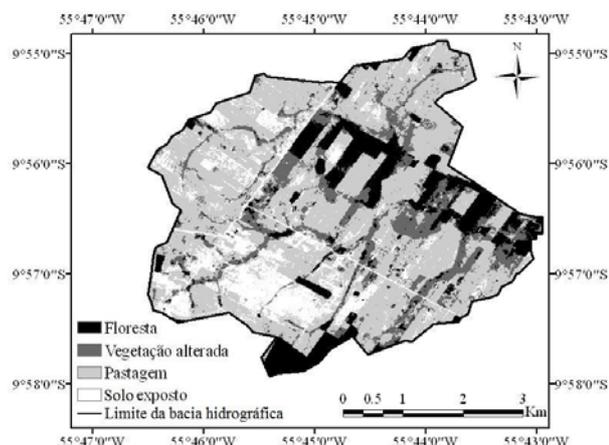


Figura 5 – Classes de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Monte Sinai, em Carlinda, MT.

Figure 5 – Land use/cover classes map of Monte Sinai River Watershed, Carlinda, MT.

A média de idade dos 35 entrevistados foi de 53 anos, com renda mensal média de R\$653,53, sendo a renda mínima de R\$510,00 e a máxima de R\$1.100,00, em que duas pessoas, em média, contribuíam para esse rendimento. Tais valores estão diretamente relacionados com o tamanho das propriedades, ou seja, quanto maior a propriedade, maior o rendimento mensal. A área das

Tabela 5 – Classes de uso e cobertura de solo da bacia hidrográfica do rio Monte Sinai, em Carlinda, MT.

Table 5 – Land use/cover classes of Monte Sinai River Watershed, Carlinda, MT, Brazil.

Nº	Classes	Área	
		Km ²	%
1	Floresta	2,52	13,28
2	Vegetação alterada	3,20	16,80
3	Pastagem	10,53	55,36
4	Solo exposto	2,77	14,56
Total		19,02	100

propriedades variava entre 4 e 242 ha, sendo a média de 42,7 ha e o tempo médio de residência na propriedade, de 16,25 anos.

Esse tempo de residência na região contribuiu para a percepção dos moradores quanto às modificações ocorridas. As principais mudanças ambientais percebidas pelos proprietários foram a troca da agricultura pela pecuária extensiva e a redução da disponibilidade hídrica e de organismos naturais da flora e fauna da região.

Quando indagados sobre a forma como viam a região atualmente, os entrevistados apresentaram diferentes visões, essencialmente separadas em dois aspectos: socioambiental e exclusivamente ambiental. Dessa forma, no aspecto geral, cinco proprietários acreditavam que a região era boa e, em mesmo número, achavam-na regular. Da mesma forma, cinco proprietários informaram que a região passava por um momento delicado, em que era necessária a mobilização da comunidade para, juntos, elaborar estratégias visando à solução dos problemas. Assim, 15 proprietários rurais visualizavam a região com problemas de aspecto geral. Entretanto, outros dois entrevistados visualizam, do ponto de vista do aspecto geral, o começo de alguma mudança ou a sensibilização da comunidade. O restante dos entrevistados associava a percepção da região aos problemas ambientais, enfatizando as áreas degradadas e as mudanças ambientais, principalmente da vegetação e da disponibilidade hídrica.

4. DISCUSSÃO

A bacia hidrográfica do rio Monte Sinai apresentava rede de drenagem com padrão dendrítico de quarta ordem e frequência e densidade de drenagem baixas. Valores baixos de densidade de drenagem estão geralmente associados a regiões de rochas permeáveis e de regime pluviométrico caracterizado por chuvas de baixa intensidade ou pouca concentração da precipitação (TONELLO et al., 2006).

Os valores da razão de bifurcação apontam que as estruturas geológicas pouco atuam sobre a drenagem da bacia, e, segundo Pandey (2004), bacias alongadas apresentam comumente Rb altos e bacias circulares, baixo Rb, como é o caso da bacia em foco, cuja estrutura era oval. Tais características, aliadas à baixa razão altimétrica e às classes de declividade, contribuam para o controle da drenagem durante as cheias e, conseqüentemente, dos processos erosivos.

Alguns pontos da bacia apresentavam, entretanto, declividades acentuadas, as quais influenciavam a relação entre a precipitação e o deflúvio da bacia hidrográfica, sobretudo devido ao aumento da velocidade de escoamento superficial, reduzindo a possibilidade de infiltração da água no solo (CARDOSO et al., 2006). Tal fato, aliado ao uso e cobertura da terra, dominada por pastagens, muitas delas degradadas, solo exposto e matas ciliares degradadas, contribui para o assoreamento dos cursos d'água, perda da fertilidade do solo devido a lixiviação, compactação do solo e, conseqüentemente, degradação dos recursos naturais (FRAGA; SALCEDO, 2004; SANTOS et al., 2007).

O uso e cobertura da terra atual estão associados ao processo de ocupação da região. Segundo Barrozo et al. (2002), o processo de colonização de Carlinda iniciou-se com o Projeto de Assentamento Conjunto (PAC), com a proposta de explorar culturas perenes destinadas à exploração. A Cooperativa Cotia seria responsável pelo beneficiamento, armazenagem e comercialização, além de crédito e prestação de serviços. Porém, o Projeto não se concretizou, posto que, ao ser planejado o PAC Carlinda, os sistemas de créditos agrícolas e subsídios para a região amazônica eram amplos e irrestritos, e durante a implantação mudou-se a regra de crédito na lavoura, inviabilizando o que havia sido planejado para o desenvolvimento da região. Além disso, a maior parte da agricultura era voltada para a produção de café, que, com a queda dos preços no mercado internacional e a adoção de tecnologias inadequadas, foi com o tempo demonstrando-se inviável. Outro fator relevante era a distância da região dos grandes centros, o que comprimia os preços dos produtos e encareciam os insumos, sendo assim necessário o aumento da produtividade para compensar essa distância (ALMEIDA et al., 1992). No entanto, a elevação da produtividade não ocorreu na medida necessária para compensar a localização desprivilegiada. Isso, aliado aos fatores anteriormente citados e à baixa fertilidade do solo, ocasionou o fracasso relativo da agricultura em Carlinda.

Com o desinteresse dos associados da Cooperativa Cotia e a pressão dos sem-terra na região, o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) resolveu ocupar os lotes que antes eram de 100, 200, 300 e 500 ha e os reduziu para 50 ha, com o intuito de possibilitar o assentamento de maior número de famílias, iniciando, assim, um processo de fracionamento da terra (BARROZO et al., 2002).

Esses fatores ocasionaram forte dependência econômica da pecuária extensiva na região, a qual, mesmo sendo considerada atividade econômica de retorno financeiro de curto prazo, demonstra-se inviável nas pequenas propriedades diante da baixa renda obtida e do alto impacto ambiental da atividade sobre a propriedade.

Segundo Chaves et al. (2008), o desmatamento e a conversão em pastagem na região amazônica estão diretamente relacionados à compactação do solo e ao aumento de armazenamento hídrico, o que combina com a diminuição da infiltração da água no solo e com o aumento da inundação lateral e da velocidade de resposta do escoamento à precipitação. Assim, para mitigar os efeitos da pecuária extensiva na bacia hidrográfica, pode ser empregada a técnica de terraceamento ou sulcamento para permitir melhor infiltração da água e, com isso, a recarga do lençol freático e a diminuição da inundação. Além disso, a região apresenta grande potencial para a implantação de sistemas de integração

lavoura-pecuária-floresta que possibilita a produção diversificada durante o ano, contribuindo para a melhoria da renda familiar e permitindo o aumento da circulação dos nutrientes no sistema, o que evita grandes perdas de solo pelo processo erosivo, que é um dos grandes problemas da bacia hidrográfica.

Também, é fundamental a recuperação das APPs nas bordas dos cursos d'água que, em grande parte, estão desprotegidas por vegetação florestal. Essas áreas promovem a retenção de sedimentos e a preservação do canal contra a erosão excessiva, melhoram a taxa de infiltração de água no solo e funcionam como tampões e filtros entre os terrenos mais altos e os ecossistemas aquáticos (HUPP; OSTERKAMP, 1996; MCKENNEY et al., 1995).

Portanto, a integração dessas estratégias é fundamental para o manejo adequado da bacia hidrográfica em foco, visando a melhorias das condições sociais, econômicas e ambientais.

5. CONCLUSÃO

As análises morfométricas e socioambientais desenvolvidas neste estudo apresentaram-se como ferramentas importantes para o diagnóstico da bacia hidrográfica em foco para fins de conservação ambiental e, dessa forma, podem ser aplicadas a outros locais.

Bacias hidrográficas são, entretanto, unidades de paisagem que apresentam inúmeros componentes, o que as tornam muito complexas. Assim, qualquer apontamento para o seu manejo adequado é tarefa muito difícil e, muitas vezes, apenas trabalhos técnicos não são suficientes para o alcance da melhor decisão. No entanto, este trabalho permitiu estudar os diferentes componentes da bacia hidrográfica e avaliá-los integrados, possibilitando estabelecer relações entre eles. A aplicação de estratégias de gestão e planejamento ambiental devem levar em consideração esses dados, objetivando ao manejo adequado com vistas à sustentabilidade socioeconômica e ambiental.

O diagnóstico das características morfométricas da bacia hidrográfica do rio Monte Sinai evidenciou forte controle estrutural da rede de drenagem que ameniza os efeitos do atual uso e cobertura da terra, dominada por pastagens, muitas delas degradadas e com o solo exposto. Entretanto, é fundamental a aplicação de técnicas para a conservação do solo, como o sulcamento ou terraceamento nas áreas de maior declividade e a implantação de sistemas de integração lavoura, pecuária e floresta. Além disso, as APPs ao redor dos cursos d'água precisam de recomposição, pois a maior parte se encontrava desprotegida de vegetação florestal.

6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. L. O. et al. **colonização sustentável da Amazônia**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 1992. 120p. (Texto para Discussão, 266)
- ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, v.33, n.2, p.117-127, 2003.
- BARROZO, J. C. et al. **A colonização em Mato Grosso: A nata e a borra da sociedade**. 2.ed. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso, 2002. v.1. 240p.
- CARDOSO, C. A. et al. Caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.241-248, 2006.

- CHAVES, J. et al. Land management impacts on runoff sources in small Amazon watersheds. **Hydrological Processes**, v.22, p.1766-1775, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. **Súmula da 10ª reunião Técnica de Levantamento de Solos**. Rio de Janeiro: 1979. 83p.
- ESRI. **Using ArcGIS Desktop**. Redlands: Environmental Systems Research Institute, 2006.
- FARID, L. H. **Diagnóstico preliminar dos impactos ambientais gerados por garimpos de ouro em Alta Floresta/MT: um estudo de caso**. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1992. v.2. 190p.
- FRAGA, V. S.; SALCEDO, I. H. Declines of organic nutrient pools in tropical semi-arid soils under subsystems farming. **Soil Science Society of America Journal**, v.68, n.1, p.215-224, 2004.
- HADLEY, R. F.; SCHUMM, S. A **Sediment sources and drainage basin characteristics in upper Cheyenne river basin**. Washington, D.C.: 1961. p.137-196. (United State Geological Survey Water-Supply Paper, 1531-B)
- HORTON, R. E. Drainage basin characteristics. **Transactions - American Geophysical Union**, v.13, p.350-361, 1932.
- HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins. Hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, v.56, n.3, p.275-370, 1945.
- HUPP, C. R.; OSTERKAMP, W. R. Riparian vegetation and fluvial geomorphic processes. **Geomorphology**, v.14, p.277-295, 1996.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE – **Estimativas – Contagem da população 2007**. Rio de Janeiro: 2007. 311p.
- LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. 4.ed. New York: John Wiley & Sons, 2000. 736p.
- MARCAL, A. R. S. et al. Land cover update by supervised classification of segmented ASTER images. **International Journal Remote Sensorial**, v.26, p.1347-1362, 2005.
- MCKENNEY, R.; JACOBSON, R. B.; WERTHEIMER, R. C. Woody vegetation and channel morphogenesis in low-gradient, gravel-bed streams in the Ozark plateaus, Missouri and Arkansas. **Geomorphology**, v.13, p.175-198, 1995.
- MAEDA, E. E.; FORMAGGIO, A. R.; SHIMABUKURO, Y. E. Análise histórica das transformações da floresta Amazônica em áreas agrícolas na bacia do rio Suia-miçu. **Sociedade & Natureza**, v.20, n.1, p.5-24, 2008.
- NEILL, C. et al. Hydrological and biogeochemical processes in a changing Amazon: results from small watershed studies and the large-scale biosphere-atmosphere experiment. **Hydrological Processes**, v.20, p.2467-2476, 2006.
- PANDEY, A.; CHAUDHARY, V. M.; MAL, B. C. Morphological Analysis and Watershed management using GIS. **Hydrology Journal of IAH**, v.27, n3-4, 71-84, 2004.
- RSI. **Envi 3.0 User's Guide**. Colorado USA: RSI, 1997.
- SANTOS, G. V. et al. Análise hidrológica e socioambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego Romão dos Reis, Viçosa – MG. **Revista Árvore**, v.31, n.5, p.931-940, 2007.
- SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in Badlands at Perth Amboy, New Jersey. **Geological Society of America Bulletin**, v.67, p.597-646, 1956.
- SCHUMM, S. A. Sinuosity of alluvial rivers on the Great Plains. **Geological Society of America Bulletin**, v.74, p.1089-1100, 1963.
- SEPLAN. **Mapa de Solos do Estado de Mato Grosso. Zoneamento Sócio-Econômico Ecológico**. Projeto de Desenvolvimento Agro-ambiental do Estado de Mato Grosso – PRODEAGRO. Mapa A001. 2001.

- SEPLAN. **Mapa de Vegetação. Zoneamento Sócio-Econômico Ecológico.** Projeto de Desenvolvimento Agro-ambiental do Estado de Mato Grosso – PRODEAGRO. MapaA001. 2002.
- SMITH, K. G. Standards for grading texture of erosional topography. **American Journal of Science**, v.248, p.655-668, 1950.
- SOUZA, E. R.; FERNANDES, M. R. Sub-bacias hidrográficas unidades básicas para o planejamento e gestão sustentáveis das atividades rurais. **Informe Agropecuário**, v.21, n.207, p.15-20, 2000.
- SREEDEVI, P. D. et al. Morphometric Analysis of a Watershed of South India Using SRTM Data and GIS. **Journal Geological Society of India**, v.73, 543-552, 2009.
- STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transaction of American Geophysical Union**, v.38, n.6, p.913-920, 1957.
- STRAHLER, A. N. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In: CHOW, V.T. (Ed.) **Handbook of applied hydrology**. New York, McGraw-Hill, 1964. p.4.39-4.76.
- TONELLO, K. C. et al. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG. **Revista Árvore**, v.30, n.5, p.849-857, 2006.
- VALERIANO, M. M. et al. Modeling small watersheds in Brazilian Amazonia with shuttle radar topographic mission-90m data. **Computers Geosciences**, v.32, p.1169-1181, 2006.
- van HAVEREN, B. P. Management of instream flows through runoff detention and retention. **Water Resources Bulletin**, v.22, n.3, p.399-404, 1986.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.
- VITTALA, S. S.; GOVINDAIAH, S.; GOWDA, H. H. Prioritization of sub-watersheds for sustainable development and management of natural resources: An integrated approach using remote sensing, GIS and socio-economic data. **Current Science**, v.95, n.3, p.345-354, 2008.
- VERSTAPPEN, H. TH. **Applied geomorphology - Geomorphological surveys for environmental development**. London: Elsevier Science, 1983. p.450.