

ANÁLISE FISIAGRÁFICA E DO USO DA TERRA EM MICROBACIAS COM PRODUÇÃO OLERÍCOLA NO MUNICÍPIO DE ALTA FLORESTA/MT

Physiographic and analysis of land with production vegetable crop in watersheds in the Alta Floresta city/MT

Análisis fisiográfica y del uso de la tierra en microcuencas con producción de verduras en el municipio de Alta Floresta/MT

Jakeline Santos Cochev

Professora da rede estadual de ensino EE Jayme Veríssimo de Campos Junior. Alta Floresta, MT.
jackcochev@gmail.com

Sandra Mara Alves da Silva Neves

Docente da Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT) Departamento de Geografia.
Cáceres, MT.
ssneves@unemat.br

Edgley Pereira da Silva

Docente da Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT) Departamento de Agronomia.
Alta Floresta, MT.
edyps2004@hotmail.com

Aguinaldo Silva

Docente da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) Departamento de Geografia.
Corumbá, MS.
aguinaldo.silva@ufms.br

Ronaldo José Neves

Docente da Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT) Departamento de Geografia.
Cáceres, MT
rjneves@unemat.br

Resumo

Nos últimos anos, as bacias hidrográficas têm sido utilizadas como recorte espacial para estudos geográficos, fornecendo condições essenciais para o diagnóstico, análise, planejamento e gestão. Diante do exposto, objetivou-se proceder a análise fisiográfica de 12 microbacias do município de Alta Floresta/MT e relacionar as formas de uso da terra por agricultores olerícolas. Foi realizado processamento digital das imagens do Landsat-2 de 1977, Landsat-5 de 1984, 1994, 2004 e Resourcesat de 2012 no Sistema de Informação Geográfica SPRING. Foram geradas quantificações das classes temáticas no ArcGis 9.2 da Esri; Para a execução do estudo da fisiografia das unidades hidrográficas procedeu-se a análise linear e areal da rede hidrográfica das áreas investigadas. Os resultados apresentaram o padrão de drenagem das microbacias e a susceptibilidade das microbacias quanto ao risco de inundação e, as classes de uso apresentaram o grau de impacto nas APPs no entorno dos canais hídricos e também das nascentes. Conclui-se que há necessidade, a partir da apresentação dos resultados da busca por planejamento e gestão das bacias quanto as formas de uso da terra.

Palavras-chave: Geotecnologia; Morfometria; Drenagem.

Abstract

In recent years, the watersheds have been used as spatial area to geographical studies, providing essential conditions for diagnosis, analysis, planning and management. Given the above, the objective was to make physiographic analysis of 12 watersheds in the municipality of Alta Floresta/MT and relate forms of land use by farmers vegetable crops. Digital processing of Landsat-2, 1977, Landsat-5 1984, 1994, 2012, 2004 and Resourcesat-I the Geographic Information System-SPRING was performed. Quantifications of thematic classes were generated in ArcGIS 9.2 ESRI; For the implementation of the study physiography of hydrographic units proceeded to linear and areal analysis of the hydrographic network of the investigated areas. The results showed the drainage pattern of the susceptibility of catchments and watersheds as the risk of flooding and usage classes showed the degree of impact on APPs surrounding water channels and also the springs. We conclude that there is a need, from the presentation of search results planning and watershed management as forms of land use.

Keywords: Geotechnology; Morphometry; Drainage.

Resumen

En los últimos años, las cuencas hidrográficas han sido utilizadas como objeto espacial para estudios geográficos, por ofrecer condiciones esenciales para el diagnóstico, análisis, planificación y gestión. A partir de esta realidad, se procedió al análisis fisiográfico de 12 microcuencas del municipio de Alta Floresta/MT, para relacionar las formas de uso de la tierra por productores de verduras. A partir del procesamiento digital de imágenes de Landsat-2 de 1977; Landsat-5 de 1984, 1994, 2004 e Resourcesat de 2012, em el Sistema de Información Geográfica SPRING, fueron realizadas cuantificaciones de las clases temáticas utilizando el software ArcGis 9.2. Para la ejecución del estudio fisiográfico de las unidades hidrográficas se procedió al análisis lineal y areal de la red hidrográfica de las áreas investigadas. Los resultados muestran tanto el padron de drenaje de las microcuencas y su susceptibilidad frente al riesgo de inundaciones, como el grado de impacto de las clases en las Areas de Protección Permanente que son atravesadas por los canales fluviales investigados. Además, los resultados evidencian la necesidad del planeamiento y la gestión de las cuencas en relación con las formas de uso de la tierra.

Palabras clave: Geotecnia; Morfometría; Drenaje.

Introdução

O processo de colonização ocorrido a partir da década de 70 na região Centro-Oeste do Brasil foi realizado na perspectiva de abrir novos espaços a serem explorados e que atendessem a demanda de produtividade conforme ocorria em outras regiões brasileiras. Esses “espaços” de demanda comercial eram destinados à pecuária e a agricultura extensiva, ao qual o modelo econômico brasileiro vinha se constituindo (MORENO, 2005).

Sendo assim, grandes áreas foram sendo desmatadas e apropriadas por colonizadoras e que, posteriormente, lotearam, venderam e/ou ocuparam áreas para extração mineral, vegetal e implantação de áreas agropecuárias, sem um prévio planejamento e observação aos códigos ambientais vigentes naquele período.

De acordo com Neves *et al.* (2011) a ocupação de áreas naturais está baseada na substituição da área natural por pastagens, agricultura e reflorestamento. Este fato pode ser observado no estado de Mato Grosso, primeiramente, nas áreas de bioma Cerrado e posteriormente, no bioma Amazônia, sempre em busca de novos espaços para produzir economicamente. Em Mato Grosso, existem algumas áreas inexploradas, que são espaços atrativos para consolidação ocupacional, principalmente para o desenvolvimento de atividades agropecuárias (CUNHA, 2006).

As mudanças que ocorrem no espaço e tempo podem ser analisadas através de espaços pequenos, como as microbacias hidrográficas onde sucedem as ações antrópicas, como as que ocorreram no Norte do estado do Mato Grosso, ainda mais no que fere ao bioma Amazônia.

Gonçalves *et al.* (2007), Marques *et al.* (2007), Oliveira *et al.* (2008), Valle Junior *et al.* (2010) entre outros, utilizam as microbacias hidrográficas como unidades de estudo, pois estas são espaços que possuem a interação dos elementos físicos (bióticos e abióticos) e sociais (econômico e cultural).

Dentre os elementos que são utilizados para avaliar microbacias hidrográficas está a análise fisiográfica e o uso da terra. A análise fisiográfica consiste na mensuração matemática das suas características como: área, forma, padrão de drenagem, susceptibilidade a enchentes, entre outros fatores. Permite obter através de números o diagnóstico da situação ao qual se encontra a microbacia e as prioridades de planejamento de manejo e gestão. De acordo com Barbosa *et al.* (2004) os parâmetros físicos de uma microbacia hidrográfica podem revelar indicadores físicos específicos para determinado local, de forma a qualificarem as alterações ambientais.

Os cursos hídricos e a vegetação são elementos constituintes da paisagem, que pode estar circunscrita numa microbacia hidrográfica, sendo que as unidades de paisagem desta devem conter os diversos aspectos que caracterizam sua complexidade sistêmica e uma “solidariedade espacial plasmada pela ação humana, que contenha a integridade mínima dos fatores naturais, econômicos, sociais e culturais envolvidos dinamicamente e que dão verdadeiro sentido a paisagem” (MONTEIRO, 1996).

Como aporte na análise fisiográfica dos espaços estudados, coleta de campo e informações secundárias dão suporte na caracterização e diagnóstico dos ambientes, e com isso, o Sistema de Informação Geográfica-SIG e o sensoriamento remoto são ferramentas geotecnológicas que permitem manipular e alimentar Banco de Dados Geográficos – BDG de forma a contribuir com a caracterização da área de estudo. O uso adequado das geotecnologias auxilia pesquisadores de diversas áreas do conhecimento na identificação dos lugares e dos componentes do ambiente, a partir da interpretação de dados obtidos via sensoriamento remoto.

Os mapeamentos de uso da terra podem ser gerados através de uma temporalidade, dependendo da disponibilidade de dados de sensoriamento remoto, cuja análise permite a compreensão da área de estudo, nesse caso as microbacias hidrográficas, pois estas apresentam uma interação entre os diferentes fatores físicos, biológicos, sociais e ambientais.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi de proceder a análise morfométrica nas microbacias com produção olerícola comercial do município de Alta Floresta/MT, relacionando-a com as formas de uso da terra, visando a geração de subsídios para o planejamento e gestão.

Material e métodos

Foram identificadas 12 unidades hidrográficas na municipalidade de Alta Floresta no estado de Mato Grosso para estudo, considerando como critério de seleção para investigação a existência de atividade olerícola comercial (**Figura 01**).

A área territorial municipal de Alta Floresta é 9.212,45km² (IBGE, 2010), sendo o município pólo da região Norte matogrossense de planejamento (MATO GROSSO, 2012), contido completamente no bioma Amazônico (**Figura 01**). O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal aferido em 2010 foi de 0,714 (PNUD, 2013).

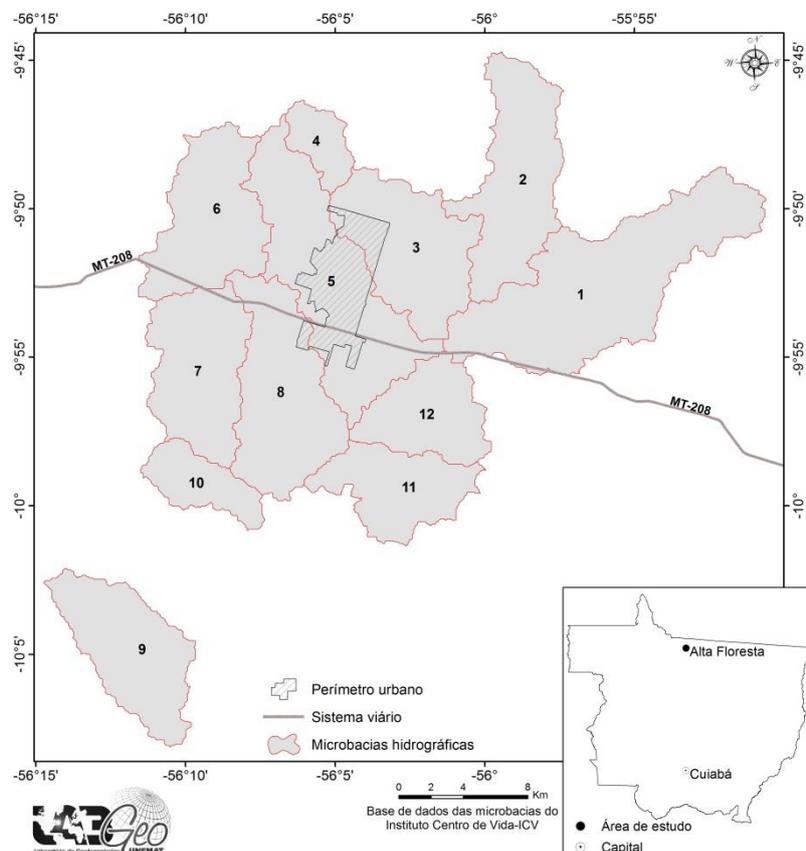


Figura 01. Situação das microbacias no contexto municipal de Alta Floresta/MT.

A temperatura anual no município varia de 19,6°C a 32,4°C e as precipitações no período de maio a setembro variam entre 250 a 300 mm e nos meses de outubro a abril de 900 a 1000mm (TARIFA, 2011). A vegetação é constituída pelas Florestas Ombrófilas Abertas e Densa, Florestas Estacionais e Formações Secundárias (BRASIL, 2007). Os solos predominantes são o Podzólico-Amarelo e Vermelho-amarelo, Latossolo e Hidromórficos. O relevo é formado pelo Planalto Apiacás-Sucurundi e a Depressão Interplanáltica Amazônia Meridional (ROSS, 2005). A hidrografia é composta pelos tributários do rio Teles Pires e seus afluentes, os rios: Paranaíta, Apiacás, Carlinda, Cristalino e Santa Helena (RODRIGUES, 1996; FERREIRA, 2001; NOVAES FILHO *et al.*, 2007).

Procedimentos metodológicos

Através do Sistema de informações Geográficas ArcGis 9.2 (ESRI, 2007) foram geradas as hierarquias da drenagem conforme estabelecido por Strahler (1952) visando identificar o padrão de drenagem das áreas de estudo. As bases cartográficas, no formato vetorial, referente aos canais fluviais,

nascentes e delimitação das microbacias hidrográficas foram disponibilizadas pelo Instituto Centro de Vida-ICV.

A análise fisiográfica das microbacias foi realizada a partir dos índices ou itens: hierarquia fluvial, análise areal (área, forma, compacidade e fator de forma da bacia), análise linear (padrão de drenagem, índice de sinuosidade, densidade de drenagem e densidade hidrográfica) e análise hipsométrica, a seguir apresentados.

A hierarquia fluvial ou ordenação dos canais fluviais visa estabelecer a classificação de determinado curso de água no conjunto total da bacia hidrográfica na qual está inserido. Neste estudo optou-se pela aplicação da proposta de Strahler (1952).

A área da bacia (A) é área drenada pelo conjunto do sistema fluvial projetada em plano horizontal. As áreas, perímetros e comprimentos foram obtidos utilizando-se a ferramenta operações métricas disponível na extensão *Xtools* do *software* ArcGis. A classificação de tamanho de bacia adotada foi: bacias pequenas são aquelas com área inferior a 3 km², bacias médias as com área variando de 3 km² a 1000 km²; e bacias grandes as com área superior a 1000 km².

O coeficiente de compacidade (Kc) é aplicado para definir a susceptibilidade a enchentes, representando a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência do círculo, cuja área é igual à da área de drenagem da bacia. Quanto menor for o índice mais próximo da forma geométrica adotada apresentará a bacia.

$$Kc = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Em que: P é o perímetro da bacia (km) e A é a área da bacia (km²).

O Índice de circularidade (Ic) é a relação estabelecida entre a forma geométrica existente da bacia e a área do círculo do mesmo perímetro (CHRISTOFOLETTI, 1980):

$$Ic = \frac{12,57 \cdot A}{P^2}$$

Em que: A é a área em Km² e P é o perímetro elevado a potência 2.

Fator de forma (Kf), relação entre a largura média e o comprimento do eixo (ou axial) da bacia. O comprimento é mensurado da foz ao ponto mais longínquo da bacia. Obtém-se a largura média dividindo a área pelo comprimento do eixo. Este fator indica a tendência da bacia a inundação e está associado ao coeficiente de compacidade.

O padrão de drenagem foi definido a partir da proposta de Howard (1967) utilizando o critério geométrico da disposição espacial dos rios e seus afluentes.

O Índice de sinuosidade (Is) é a relação entre a distância da foz do rio e a nascente mais distante em linha reta e o comprimento do rio principal no formato vetorial adaptado de Mansikkaniemi (1970):

$$Is = \frac{100(L - L_r)}{L}$$

Em que: L é o comprimento do rio principal e Lr é o comprimento, em linha reta, do exutório até a nascente mais distante.

Mansikkaniemi (1970) estabeleceu cinco classes de sinuosidade: I = muito reto (<20%), II= reto (20, - 29,9%), III = divagante (30,0 – 39,9%), IV = sinuoso (40,0 – 49,9%) e V = muito sinuoso (50,0%).

Densidade de drenagem (Dd) consiste na relação entre o comprimento total dos canais e a área da bacia hidrográfica, sendo este índice considerado importante, pois reflete a influência da geologia, topografia, vegetação e solos de uma bacia hidrográfica e está relacionado, com o tempo gasto para o escoamento superficial da bacia (HORTON, 1945). Quanto maior a densidade de drenagem maior a capacidade da bacia de fazer escoamentos rápidos no exutório.

$$Dd = \frac{Lt}{A}$$

Em que: Lt é o comprimento total dos cursos d'água da bacia e A é a área da bacia.

Densidade hidrográfica (Dh) é a relação existente entre o número de canais e a área da bacia. Como neste trabalho foi utilizada a ordenação proposta por Strahler (1957), o número de cursos d'água deve corresponder ao número de canais de 1º ordem. A densidade hidrográfica é uma variável de grande importância por representar o comportamento hidrológico de uma determinada área em um dos seus aspectos fundamentais, que é a capacidade de gerar novos cursos d'água (CHRISTOFOLETTI, 1980).

$$Dh = \frac{Nu_{1^{\circ}ordem}}{A}$$

Em que: Nu1º ordem é o número total de canais de 1º ordem e A é a área da bacia (km²)

Para a execução da análise hipsométrica, referente ao grau de declividade, foi realizado o mosaico das cenas 09S57_ZN e 10S57_ZN, provenientes do radar interferométrico do *Shuttle Radar Topography Mission* – SRTM, no ArcGis 9.2, através das ferramentas *Slope* e *Reclassify*.

Quanto à classificação da declividade utilizou-se as seguintes classes de intervalos: 0-3% (plano); 4-8% (suave ondulado); 9-20% (ondulado); 21-45% (forte ondulado); 46-75% (montanhoso); e > 75% (escarpado) (BRASIL, 1999).

Os dados sobre o uso da terra da área de estudo foram obtidos através de processamento digital de imagens do satélite Resourcesat I, sensor LISS 3, referente a órbita/ponto 319/083 do ano de 2012. Sendo estas submetidas às seguintes etapas de processamento: registro (modo tela-a-tela), segmentação (similaridade 10 e área 10), classificação supervisionada (método de crescimento de regiões e distância Battacharrya) no Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas – Spring, versão 4.3, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

As classes temáticas de uso da terra e cobertura vegetal adotadas foram: corpos - d'água, uso agropecuário, espaço urbano e cobertura vegetal. Foi realizado trabalho de campo para validação da classificação.

Considerando a Resolução 303/2002 do Conselho Nacional de Meio Ambiente-CONAMA foram gerados *buffers* (área) de 30 metros no entorno dos canais fluviais e, 50 metros no entorno das nascentes e espelho - d'água. O produto deste procedimento (arquivo vetorial) foi utilizado como máscara para o recorte do mapa de uso da terra e cobertura vegetal, gerado a partir do processamento digital das imagens Landsat e Resourcesat I, visando a identificação de conflitos de uso da terra.

A elaboração dos layouts dos mapas e as quantificações foram realizados utilizando o ArcGis (ESRI, 2007).

Resultados e discussão

De acordo com Christofolletti (1980) “a hierarquia fluvial consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso de água (...). Isso é realizado na função de facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos (...)”. O padrão de drenagem ou arranjo espacial dos cursos fluviais apresentado pela hidrografia das microbacias analisadas foi o dendrítico, que segundo Tonello (2006) é definido como arborescente, sendo que o rio principal assemelha-se ao tronco de uma árvore e os tributários aos seus ramos (**Figura 02**).

A tabela 01 apresenta a hierarquia fluvial das microbacias, sendo que as microbacias 01 e 07 foram as que apresentaram hierarquia fluvial de 5ª ordem, enquanto que as demais microbacias apresentaram hierarquias inferiores. De acordo com Tonello (*op cit.*) quanto maior a hierarquia fluvial melhor é a capacidade do escoamento hídrico, o que reflete no índice de compacidade da não susceptibilidade de inundação.

Tabela 01. Número de canais de drenagem por hierarquia identificada em microbacias de Alta Floresta/MT.

Ordem	Microbacias											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	140	75	58	24	104	61	79	85	49	22	39	73
2	49	33	27	10	56	31	37	38	29	14	22	35
3	23	12	7	7	39	13	13	22	9	7	3	22
4	9	21	12	4	0	14	12	24	10	0	13	14
5	3	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
Total	224	141	104	45	199	119	154	169	97	43	77	144

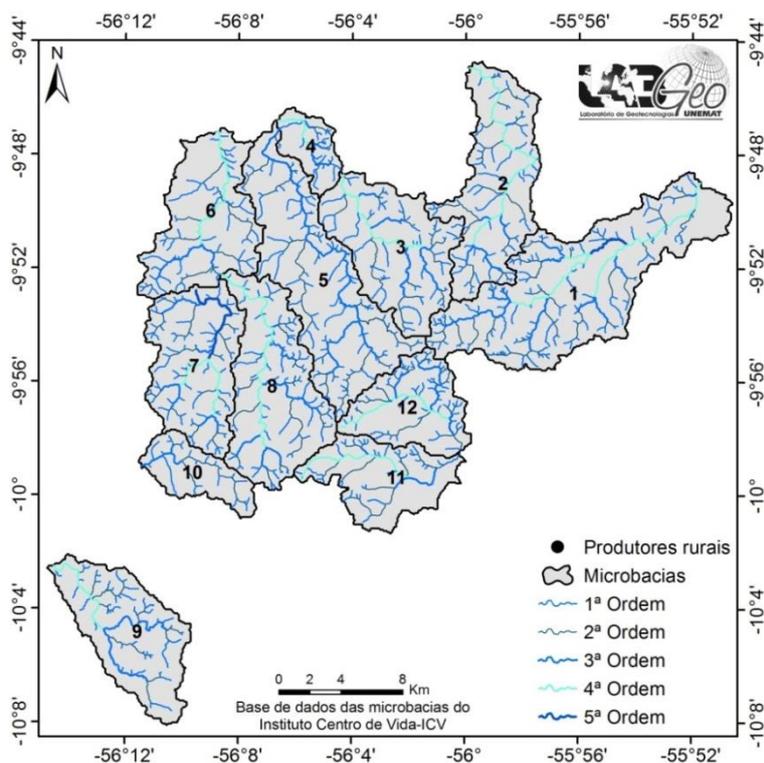


Figura 02. Padrão de drenagem das microbacias estudadas em Alta Floresta/MT.

A ordem do canal principal mostra a extensão da ramificação da microbacia, ou seja, o canal principal da microbacia 01 possui uma extensão de 24,99Km e da microbacia 07 a extensão é de 15,09Km, contribuindo assim para a extensão e os índices morfométricos das microbacias. A ramificação da microbacia e a extensão do canal principal contribuí na drenagem e também para a não inundação.

As unidades hidrográficas que apresentaram maior área foram as de números 01 e 05, enquanto na primeira o canal principal é de 24,99km de extensão e hierarquia de 5ª ordem, contendo um agricultor que desenvolve a produção de frutífera no sistema convencional (mamão) e hortaliça fruto (abóbora e tomate) e uma piscicultura. Na segunda bacia, a hierarquia fluvial é de 3ª ordem e o canal principal com 28,49km de extensão, contendo nove agricultores, que utilizam os sistemas de hidroponia e convencional, com produção de hortaliça folhosa (alface, rúcula, cebolinha, coentro e agrião) e hortaliça fruto (pepino, abóbora, jiló e quiabo). De acordo com Paulus *et al.* (2012), no sistema hidropônico ocorre a reciclagem da água, ou seja, este sistema necessita da disponibilidade de água, porém não em grande quantidade quanto o sistema convencional, cuja utilização da água é constante e precisa de grande quantidade.

Na tabela 02 estão apresentados os parâmetros morfométricos de análise areal das microbacias. A microbacia 01 foi a que apresentou maior área em relação às demais e há um agricultor olerícola que nela desenvolve a produção. A microbacia 04 possui a menor área, havendo um agricultor olerícola que utiliza o sistema produtivo convencional de hortaliça-fruto e folhosa. No trabalho de campo e também via sensoriamento remoto foram identificados alguns corpos d'água (área inundada) no entorno do sistema produtivo, onde em entrevista o agricultor disse utilizar deste recurso para irrigação da horta.

Tabela 02. Parâmetros morfométricos de análise areal das microbacias de Alta Floresta/MT.

Análise areal	Microbacias											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Área Km ² (A)	106,7	61,4	58,4	14,2	84,9	55,0	53,6	65,0	51,2	21,1	38,6	37,0
Perímetro (P)	69,5	53,5	41,7	19,1	65,8	42,7	38,4	46,5	37,2	24,0	36,8	31,0
Canal principal (Km ²)	25	21,7	16,2	7,8	28,5	14,1	15,1	19,8	16	10,3	12,3	11,2

Os índices morfométricos das microbacias apresentaram semelhanças quanto a forma (Kf) e a susceptibilidade a enchentes (Tabela 03). De acordo com Rocha (1997) as microbacias que apresentam o formato triangular ou retangular são menos susceptíveis a inundações. As microbacias com produção olerícola comercial de Alta Floresta apresentaram um formato mais alongado, o que facilita o escoamento das águas dos afluentes para o canal principal. No período de outubro a maio é quando ocorre o período chuvoso no município de Alta Floresta com elevada pluviometria sendo possível a ocorrência de enchentes, mas a forma alongada das microbacias contribuirá para que as mesmas não ocorreram nas microbacias analisadas. No trabalho de campo foram identificadas pequenas áreas inundadas próximo aos canais hídricos que cortam as propriedades, porém os sistemas produtivos estão localizados numa distância razoável para que estas não prejudiquem a produção e também as Áreas de Preservação Permanente.

Tabela 03. Índices morfométricos das microbacias de Alta Floresta/MT.

MB	Área (M ²)	Kc	Is (%)	Ic	Dd (Km/Km ²)	Dh					Kf
						1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	
1	106715407	1,870	20,87	0,281	1,47	1,35	0,47	0,22	0,09	0,03	0,26
2	61407929,1	1,807	31,80	0,300	1,46	1,19	0,52	0,19	0,33	0,00	0,29
3	58401030,3	1,467	30,76	0,456	1,47	1,02	0,48	0,12	0,21	0,00	0,45
4	14242841,1	1,393	33,32	0,505	1,78	1,75	0,73	0,51	0,29	0,00	0,51
5	84943165,1	1,971	33,31	0,252	1,39	1,22	0,66	0,46	0,00	0,00	0,24
6	54956637,9	1,613	31,05	0,377	1,35	1,11	0,56	0,24	0,00	0,00	0,58
7	53604227,8	1,468	27,67	0,455	1,54	1,47	0,69	0,24	0,22	0,00	0,45
8	65014646	1,616	27,99	0,376	1,44	1,31	0,58	0,34	0,37	0,00	0,32
9	51221450,8	1,454	24,06	0,464	1,19	0,96	0,57	0,18	0,20	0,00	0,35
10	21081279,8	1,461	28,11	0,460	1,24	1,04	0,66	0,33	0,00	0,00	0,38
11	38600981,1	2,260	27,41	0,192	1,30	1,01	0,57	0,08	0,34	0,00	0,49
12	37035032,9	1,425	29,27	0,483	1,66	1,97	0,95	0,59	0,38	0,00	0,59

MB= Micro bacias; Kc= Índice de compactidade; Is= Índice de sinuosidade; Ic= Índice de circularidade Dd= Densidade de drenagem; Dh= Densidade hidrográfica; Kf= Coeficiente de forma.

Os índices de circularidade (Ic) encontrados para as microbacias apresentaram valores distantes de 1, o que caracteriza a forma alongada, sendo estas portanto, menos susceptíveis a inundação (Figura 02 e Tabela 03). Este índice corrobora juntamente com o fator de forma (Kf) na análise da susceptibilidade á inundação e é uma informação importante considerando que a olericultura é extremamente frágil a variação

hídrica (déficit e excedente) e demanda do controle do uso de quantidade de água para o desenvolvimento do sistema produtivo, principalmente das hortaliças folhosas.

O Coeficiente de compacidade (K_c) apresentaram valores >1 para as unidades 1 a 10 e 12. A 1 e 10 de acordo com os índices apresentados são classificadas como de média tendência a grandes enchentes segundo Silva *et al.* (2013) e a 12, que apresentou índice maior que $\geq 1,50$, não está sujeita a grandes enchentes. Foi desconsiderado nessa análise a quantidade precipitação e a velocidade de escoamento superficial de cada bacia, por não ter sido objeto de investigação por essa pesquisa.

Os menores valores de fator de forma (K_f) encontrados foram para os das microbacias 1, 3 e 5 (Tabela 03) apontando que estas apresentam menor tendência a enchentes (BORSATO *et al.*, 2004). As bacias 4, 6 e 12 apresentaram índice $>0,50$ o que as caracteriza como bacias com média probabilidade a enchentes (SILVA *et al.*, 2013) .

Os percentuais apresentados na tabela 03 do índice de sinuosidade (I_s) nas microbacias 2, 3, 4, 5 e 6 caracterizam o canal como divagante ($30\% \leq I_s < 40\%$), o que segundo Christofolletti (1980) são canais que se localizam em áreas abertas, livres e são independentes do traçado do seu vale. As outras microbacias apresentaram características de canal reto ($20\% \leq I_s < 30\%$) que são canais que percorrem um trajeto retilíneo, sem desviar do seu trajeto em direção à foz.

A densidade de drenagem (D_d) das microbacias (Tabela 03) apresentaram características regulares ($0,5 \leq D_d < 1,5 \text{ km/km}^2$), o que de acordo com Campanharo *et al.* (2012) indica boa capacidade de escoamento e contribuem para a não inundação das microbacias.

De acordo com Christofolletti (1980) a densidade hidrográfica é um índice que analisa a capacidade de uma determinada área em formar novos canais, baseando-se na lei do número de canais proposto por Horton (1945). A avaliação da densidade mostrou que a hierarquia fluvial de 1ª ordem é mais representativa em todas as microbacias do que as demais hierarquias, e apresentam-se em pequenas extensões. Esta informação é importante para a conservação ambiental e para a atividade produtiva das áreas investigadas, pois os rios de primeira ordem referem-se as nascentes, e se estas estiverem em bom estado de conservação, ou seja, protegidas por vegetação, indicam boa disponibilidade hídrica ao proverem aos cursos das demais ordens com suas águas.

O percentual das classes de declividade apresentados na tabela 04 corroboram com os índices apresentados quanto à morfometria física, pois alguns canais de drenagem apresentam características retilíneas e outros com poucas curvaturas, acarretando baixo grau de erosão e carreamento de sedimentos para os cursos hídricos.

Outro fator a ser observado relacionando as classes de declividade é o tempo de duração do escoamento superficial e de concentração da água da chuva, onde as microbacias não se constituem como de inundação, uma vez que a classe declividade com maior percentual em todas as microbacias foi de 8,1 – 20% (**Tabela 04**), que corresponde a um relevo ondulado, que facilita o escoamento superficial das águas das chuvas, infiltração, umidade do solo e a declividade dos terrenos controlam o tempo de duração e a

velocidade do fluxo hídrico com que se dá o escoamento superficial, afetando o tempo que leva a água precipitada para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias.

Tabela 04. Percentual das classes de declividade por bacia hidrográfica.

MB	ha	0 -3%		3,1-8%		8,1 - 20%		20,1 - 45%	
		(P)		(SO)		(O)		(FO)	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1	10671,541	3602,86	33,76	5638,98	52,84	1372,36	12,86	24,51	0,23
2	6140,7929	1894,62	30,85	3466,41	56,45	752,81	12,26	8,40	0,14
3	5840,103	1608,98	27,55	3521,09	60,29	700,48	11,99	6,09	0,10
4	1424,2841	538,30	37,79	737,09	51,75	142,54	10,01	0,06	0,00
5	8494,3165	2889,85	34,02	4735,83	55,75	866,92	10,21	1,44	0,02
6	5495,6638	2041,27	37,14	2924,96	53,22	509,63	9,27	4,16	0,08
7	5360,4228	1713,83	31,97	3230,76	60,27	408,54	7,62	2,43	0,05
8	6501,4646	2039,31	31,37	3737,45	57,49	704,45	10,84	15,59	0,24
9	5122,1451	1581,85	30,88	2951,18	57,62	559,11	10,92	6,46	0,13
10	2108,128	736,30	34,93	1227,30	58,22	131,24	6,23	3,84	0,18
11	3860,0981	1199,28	31,07	2136,41	55,35	491,25	12,73	19,96	0,52
12	3703,5033	1191,47	32,17	2022,25	54,60	482,01	13,01	3,23	0,09
Total	64722,463	21037,92		36329,71		7121,33		96,17	

MB= Microbacias; P= Plano; SO= Suave Ondulado; O= Ondulado; FO= Forte Ondulado.

Nas microbacias de estudo houve a predominância da classe de relevo plano a ondulado, como pode ser observado na tabela 04 e na figura 03.

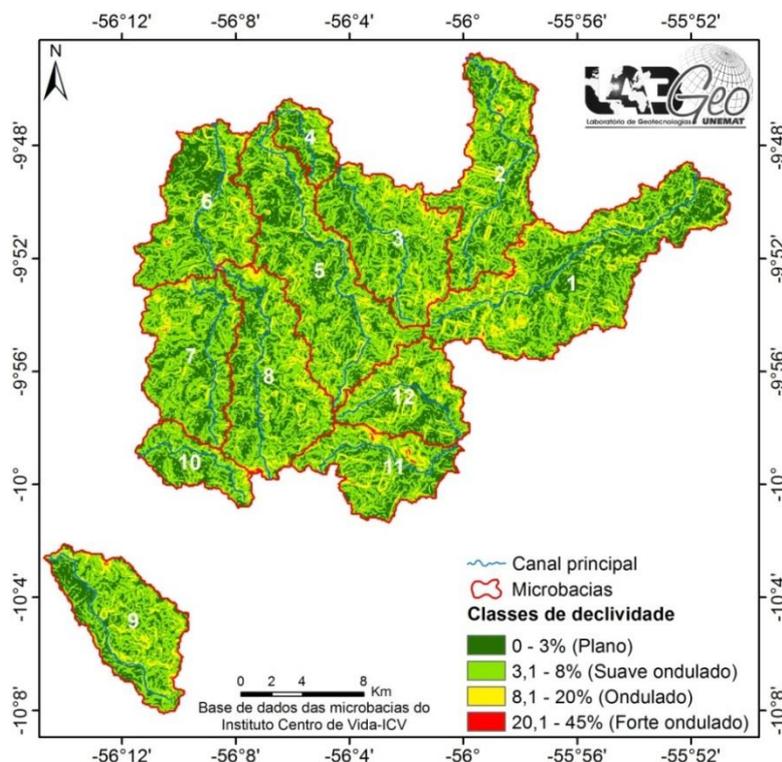


Figura 03. Classes de declividade das microbacias pesquisadas em Alta Floresta/MT.

O uso da terra realizado no período de 35 anos nas microbacias evidenciou que na 01 e na microbacia 10 foram onde ocorreram as maiores mudanças, ou seja, alteração nos componentes da paisagem em função do uso agropecuário (**Tabela 05**).

Tabela 05. Percentuais de uso da terra nas microbacias de estudo.

Anos	Uso agropecuário nas Micro-bacias (%)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1977	2,96	2,22	4,11	1,1	8,53	3,61	2,02	3,81	0	2,69	3,14	4,04
1984	20,64	23,99	24,63	4,55	20,87	19,31	14,93	16,92	0	11,68	13,9	10,96
1994	24,22	52,3	48,52	4,55	29,32	48,92	68,23	30,65	39,73	71,59	28,21	17,52
2004	73,86	66,98	69,96	71,81	54,08	70,51	79,09	67,69	81,89	29,19	48,54	71,49
2012	80,49	65,38	61,63	63,5	52,39	68,55	77,03	66,66	70,22	83,43	55,05	68,31
Área Km ²	106,72	61,41	58,40	14,24	84,94	54,96	53,60	65,01	51,22	21,08	38,60	37,04

No entorno dos canais hídricos são realizadas diversas atividades agropecuárias, dentre elas estão as olerícolas, que demandam de disponibilidade de água, fazendo com que os agricultores instalem as residências e os sistemas produtivos próximos aos canais hídricos, chegando em alguns casos a ocupar áreas que deveriam estar recobertas pela vegetação (**Figura 04**).



Figura 04. Recurso hídrico numa das propriedades com produção hortícola na área periurbana do município de Alta Floresta/MT.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 303/2012 (BRASIL, 2012) as Áreas de Preservação Permanente – APP's devem apresentar as seguintes características: 30 metros para cursos d'água com 10

metros de largura e 50 metros para nascentes e espelhos d'água. A aplicação desses parâmetros para analisar o conflito do uso da terra nas microbacias evidenciou que o maior percentual de uso antrópico em APP foi na 01 (Tabela 06), portanto é a área que apresenta passivo ambiental conforme previsto no código florestal (BRASIL, 2012.). Isto pode ser atribuído ao fato de que os agricultores ocuparam a área desde o período de fundação municipal (1979), antes da legislação ambiental e a forma de colonização, ocorrida nas décadas de 70 e 80, que fez com que as áreas fossem desmatadas para fins de implantação de pólo agropecuário. Outro fator a ser observado na microbacia 01 é que esta apresenta o maior número de canais (5ª ordem) e nela há 01 produtor olerícola, sendo que nas demais propriedades é desenvolvida a pecuária, firmado nos trabalhos de Piloni (2008) e Gouveia *et al.* (2012).

Tabela 06. Uso da terra e cobertura vegetal em Áreas de Preservação Permanente das 12 microbacias estudadas em Alta Floresta/MT.

MB	Área MB (ha)	Área (ha) APP	Classes								Total Geral
			Corpo d'água		Uso agropecuário		Uso urbano		Vegetação		
			ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
1	10671,54	957,94	3,25	0,03	787,60	7,38	0	0	203,88	1,91	994,73
2	6140,792	552,47	0,00	0	331,88	5,40	0	0	241,70	3,94	573,57
3	5840,10	491,37	24,11	0,41	357,32	6,12	27,27	0,47	207,09	3,55	615,78
4	1424,28	152,80	0,00	0	86,93	6,10	0	0	74,25	5,21	161,18
5	8494,31	743,75	51,22	0,60	336,90	3,97	104,12	1,23	431,05	5,07	923,29
6	5495,66	476,63	16,73	0,30	255,44	4,65	0	0	244,62	4,45	516,79
7	5360,42	528,77	7,47	0,14	357,16	6,66	0	0	235,98	4,40	600,61
8	6501,46	611,12	49,48	0,76	307,65	4,73	18,83	0,29	300,38	4,62	676,34
9	5122,14	385,12	30,22	0,59	206,76	4,04	0	0	160,49	3,13	397,46
10	2108,12	166,49	0,00	0	108,29	5,14	0	0	58,21	2,76	166,5
11	3860,09	311,28	2,14	0,06	142,47	3,69	0	0	166,69	4,32	311,29
12	3703,50	390,55	0,00	0	222,04	6,00	0	0	168,53	4,55	390,56
Tot.	64722,46	5768,36	184,62		3500,43		150,23		2492,84		6328,12

MB= Microbacias; Tot.= Total

Na microbacia 05 ocorre a maior quantidade de agricultores olerícolas, cujo percentual de uso da terra em APP é de 3,97% (Figura 05). Isso deve-se a necessidade da água para sustentação da atividade, ou seja, diminui-se os custos se a área produtiva estiver localizada próxima aos canais hídricos para facilitar a captação da água. Dentre os sistemas de produção identificados nessa bacia está uma hidroponia, que demanda de grande quantidade de água para sua manutenção.

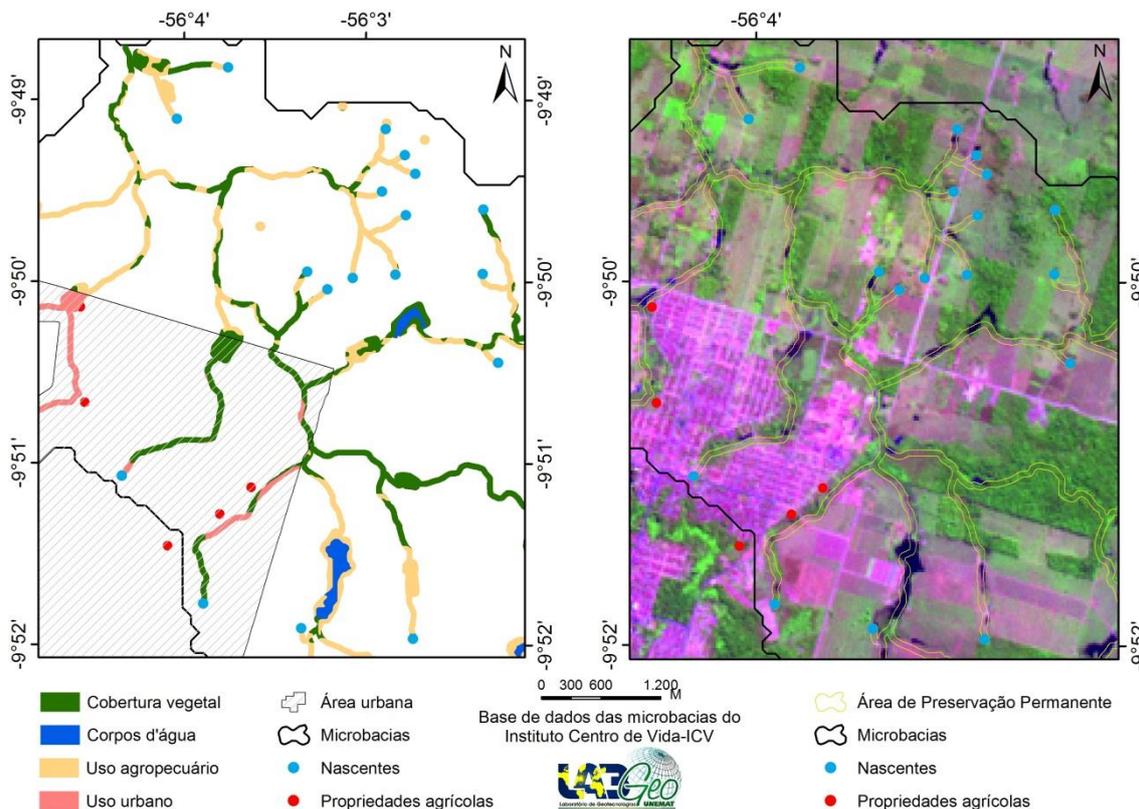


Figura 05. Classes de uso da terra e cobertura vegetal em Áreas de Preservação Permanente na microbacia 05.

Conclusão

A análise do conjunto de dados morfométricos de padrão de drenagem permitiu afirmar o que as microbacias não são susceptíveis a inundação, proporcionando subsídios para o melhor gerenciamento dos recursos hídricos.

A drenagem apresenta-se com canais pouco sinuosos, o que contribui para o pouco desgaste e carreamento de sedimentos que facilitam o fluxo do escoamento superficial.

A análise areal mostrou que as microbacias onde estão localizados as propriedades dos agricultores olerícolas não são susceptíveis a inundação, devido a sua forma alongada que contribui para o escoamento. Fato este que, colabora para o desenvolvimento do sistema produtivo.

A análise linear evidenciou que há probabilidade da formação de novos canais hídricos nas microbacias de 4ª e 5ª ordem, favorecendo a ação do escoamento das águas. O padrão dos canais hídricos é retilíneo o que contribuem para o baixo índice de erosão nas encostas.

A localização das áreas produtivas dos agricultores olerícolas próximas as nascentes, ou seja, dos canais hídricos de 1ª ordem, ocorre devido a necessidade de água para manter a produção ao longo do ano.

A análise do uso da terra evidenciou que ocorre conflito derivado do uso em locais em que deveriam estar conservada vegetação (APP), evidenciando a existência de passivo ambiental. Para modificar a situação apresentada o poder público municipal tem investido em projetos de recuperação das áreas de APP visando à conservação da água.

Referências bibliográficas

- 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.
- BORSATO, F.H.; MARTONI, A. M. Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no município de Maringá, Estado do Paraná. **Revista Acta Scientiarum Humanand Social Sciences**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 273-285, 2004.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. 316p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. Programa de Zoneamento-Ecológico-Econômico. **Caderno temático: biodiversidade no âmbito do zoneamento ecológico-econômico**. Brasília/DF: Ministério do Meio Ambiente, 2007. 240p.
- CAMPANHARO, W. A.; CECÍLIO, R. A. C.; SPERANDIO, H. V.; HOLLANDA, M. P. Utilização de geotecnologias para análise morfométrica e diagnóstico ambiental de microbacia hidrográfica no Espírito Santo. In: *SANTOS, A. R.; PELUZIO, J. B. E.; PELUZIO, T. M. O.; SANTOS, G. M. A. D. A. Geotecnologias aplicadas aos recursos florestais*. Porto Alegre: CAUFES, 2012. p. 210-222.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. 185p.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução 303/02 – Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente**. Brasília: Diário Oficial da União (DOU), 20 mar. de 2002. Disponível em <http://www.mma.gov.br/conama/legislação>. Acesso em: 15 de outubro de 2013.
- COSTA, R. V. **Percepção ambiental de pescadores do Rio Teles Pires em Alta Floresta - MT: um diálogo com a Educação Ambiental**. 2009. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres/MT, 2009.
- CUNHA, J. M. P. Dinâmica migratória e o processo de ocupação do Centro-Oeste brasileiro: o caso de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Estudos da População**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 87-107, jan./jun., 2006.
- ESRI. **ArcGIS Desktop: release 9.2**. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2007.
- FERREIRA, J. C. V. **Mato Grosso e seus municípios**. Cuiabá: Editora Buriti, 2001. 660 p.
- GONÇALVES, T. D.; CAMPOS, J. E. G.; BATISTA, G. T.; DINIZ, H. N.; TARGA, M. S. Metodologia aplicada para elaboração de mapas hidrogeológicos: estudo de caso da bacia hidrográfica do rio da Palma, DF, Brasil. **Revista Ambiente e Água**, v.2, n. 2, p. 47-68, 2007.
- GOUVEIA, V. F.; ROSSI, A. P.; ROSSI, A. P.; ROCHA, V. F.; RIBEIRO, L. F. C. Perfil dos Produtores de Guaraná (*Paullinia cupana*) do Município de Alta Floresta/MT. **Revista Conexão**, v. 8, n. 2, p. 300-311, jun., 2012.
- HIGA, T. C. S. **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente**. Cuiabá: Entrelinhas, 2005. p. 218-237.
- HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, v. 56, p.807-813, 1945.

HOWARD, A. D. Drainage analysis in geologic interpretation: a summation. **Bulletin**. Chicago: American Association of Petroleum Geologists, v. 51, n. 1, p. 2246-2259, nov., 1967.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Acesso em: 25 de outubro de 2013. Disponível em: www.cidades.ibge.gov.br.

MANSIKKANIEMI, H. The sinuosity of rivers in northern Finland. **Publicationes Instituti Geographici Universitatis Turkuensis**, v. 52, p. 16-32, 1970.

MARQUES, M. N.; COTRIM, M. B.; PIRES, M. A. F.; BELTRAME FILHO, O. Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à bacia hidrográfica do rio ribeira de Iguape, São Paulo. **Revista Quim. Nova**, v. 30, n. 5, 1171-1178, 2007.

MATO GROSSO (Estado). Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Plano de Longo Prazo de Mato Grosso: macro-objetivos, metas globais, eixos estratégicos e linhas estruturantes. *In*: PRADO, J. G. B.; BERTCHIELI, R.; OLIVEIRA, L. G. (Orgs.). **Plano de Longo Prazo de Mato Grosso**. Cuiabá: Central de Texto, v. 4, 2012. 108p. Disponível em: <http://www.seplan.mt.gov.br/mt20/mt20.htm>. Acesso em: 22 de novembro 2013.

MATO GROSSO. Secretaria de Planejamento. **Bases Digitais do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Mato Grosso**. Disponível em: <http://www.mt.gov.br/seplan>. Acesso em: 15 de julho de 2012.

MONTEIRO, C. A. F. Os geossistemas como elemento de integração na síntese geográfica e fator de promoção interdisciplinar na compreensão do ambiente. Florianópolis: **Revista de Ciências Humanas**, v. 11, n. 19, p. 67-101, 1996.

MORENO, G.; HIGA, T. C. S. **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente**. Cuiabá: Entrelinhas, 2005. 296p.

NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J.; MERCANTE, M. A. Dinâmica da paisagem na região nordeste de Cáceres-MT, com suporte nas geotecnologias. *In*: **Paisagens do Pantanal e Cerrado: fragilidades e potencialidades**. Uberlândia/MG: EDUFU, 2011. p.153-178.

NOVAES FILHO, J. P. N.; SELVA, E. C. COUTO, E. G.; LEHMANN, J.; JOHNSON, M. S.; S. J. Distribuição de carbono em solos sob floresta primária na Amazônia Meridional. **Revista Árvore**, v. 31, n. 1, p. 83-92, 2007.

OLIVEIRA, P. C. A.; RODRIGUES, G. S. S. C.; RODRIGUES, S. C. Fragilidade ambiental e uso do solo da bacia hidrográfica do córrego Pindaíba, Uberlândia, MG, Brasil. **Revista Ambiente e Água**, v. 3, n. 1, p. 54-67, 2008.

PAULUS, D.; PAULUS, E.; NAVA, G. A.; MOURA, C. A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. **Revista Ceres**, v. 59, n.1, p. XX a XX, jan./fev., 2012.

PILONI, E. B. C. **Perfil dos produtores rurais da Comunidade Monte Santo no Município de Alta Floresta – MT**. 2008. 56f. Monografia. (Trabalho de Conclusão do curso de Engenharia Agrônoma) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta/MT, 2008.

ROCHA, J. S. M. **Manual de Projetos ambientais**. Santa Maria/RS: Editora Imprensa Universitária, 1997. 533p.

RODRIGUES, T. E. Solos da Amazônia. *In*: ALVAREZ, V. V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Eds.). **O Solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa/MG: SBCS; UFV; DPS, 1996. p.19-60.

ROSS, J. S. O relevo no processo de produção do espaço. *In*: MORENO, G.; SANTOS, G. V.; DIAS, H. C. T.; SILVA, A. P. S.; MACEDO, M. 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, A.M.; MELLO, C. R. **Apostila de Hidrologia**. Universidade Federal de Lavras. Disponível para download em: <<www.deg.ufla.br/Irriga%C3%A7%C3%A3o/ Disciplinas/ENG%20170/hidrologia_eng_170.htm>>. Acesso em: 01 de novembro de 2013.

STIPP, N. A. F.; CAMPOS, R. A.; CAVIGLIONE, J. H. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Taquara – Uma contribuição para o estudo das ciências ambientais. **Revista Portal da Cartografia**, v. 3, n. 1, p. 105-124, 2010.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (área-altitude) analysis of erosional topography. **Geol. Soc. America Bulletin**, v. 63, n. 11, p. 1117-1142, 1952.

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transaction of American Geophysical Union**, v. 38, n.6, p. 913-920, 1957.

TARIFA, J. R. **Mato Grosso: clima – análise e representação cartográfica**. Cuiabá: Entrelinhas, 2011. 102p.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães-MG. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006.

VALLE JUNIOR, R. F.; PISSARRA, T. C. T.; PASSOS, A. O.; RAMOS, T. G.; ABDALA, V. L. Diagnóstico das áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio tijuco, Ituiutaba - MG, utilizando tecnologia SIG. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.3, p.495-503, maio/jun, 2010.