



CONDICIONANTES NATURAIS E ANTRÓPICOS DA DINÂMICA HIDROSEDIMENTOLÓGICA NA BACIA DO RIO GUALAXO DO SUL

Luiz Fernando de Vasconcelos ¹; Tiago Vinicius Coelho Vieira ²; Alex de Carvalho ³; Caroline Delpupo Souza ⁴

1 Luiz Fernando de Vasconcelos, Bolsista (CNPq), Geografia, IFMG Campus Ouro Preto, Ouro Preto - MG; luizfvalmeida@gmail.com

2 Tiago Vinicius Coelho Vieira, Bolsista (CNPq), Geografia, IFMG Campus Ouro Preto, Ouro Preto - MG, tiagovieirageo@gmail.com

3 Alex de Carvalho: Pesquisador do IFMG, Campus Ouro Preto, alex.carvalho@ifmg.edu.br

4 Caroline Delpupo Souza: Pesquisadora do IFMG, Campus Ouro Preto; caroline.delpupo@ifmg.edu.br

RESUMO

A dinâmica hidrossedimentológica em cursos d'água pode ser considerada um indicador das condições e intensidade de processos geomorfológicos como movimentos de massa e erosão. As alterações antrópicas na superfície têm grande potencial de afetar os processos geomorfológicos superficiais e condicionar a dinâmica fluvial, alterando a quantidade e características dos sedimentos transportados. O maior aporte de sedimentos para os cursos d'água podem levar a alterações da cor e turbidez das águas, bem como formação de novas planícies e o assoreamento dos canais. As bacias hidrográficas nas quais predominam atividades agropecuárias e mineração podem apresentar alterações importantes nessa dinâmica hidrossedimentar e bacias com núcleos urbanos tendem a apresentar alterações na turbidez, devido ao lançamento de efluentes domésticos e/ou industriais e ao aporte de sedimentos. O Quadrilátero Ferrífero é uma importante província mineral, na qual a mineração de ferro é uma das mais importantes e com grande impacto visual e ambiental. Nas áreas de borda do Quadrilátero Ferrífero, como é o caso da bacia do rio Gualaxo do Sul, as atividades agropecuárias são uma forma de atividade econômica que auxilia no sustento de diversas famílias. Nesse contexto, este projeto tem como objetivo investigar o papel de condicionantes naturais e antrópicos na dinâmica hidrossedimentar da bacia do rio Gualaxo do Sul, considerando análises das feições fluviais e parâmetros/índices morfométricos. A metodologia consistiu em: i) realização de revisão bibliográfica; ii) análise morfológica; e iii) morfométrica da rede de drenagem. A partir dos dados obtidos foi possível identificar que o uso e ocupação do solo são responsáveis por aumentar o potencial de erosão da bacia hidrográfica, que já é naturalmente propensa à erosão devido à grande energia de seus cursos d'água. Além disso, verificou-se que a bacia hidrográfica apresenta indícios de reordenamento da rede hidrográfica, provavelmente com capturas fluviais. Também se nota forte condicionamento litoestrutural, sobretudo na porção sul do Quadrilátero Ferrífero, onde se encontram as nascentes do rio Gualaxo do Sul.

Palavras-chave: evolução fluvial; rio Doce; controle litoestrutural.



INTRODUÇÃO:

A água é um recurso natural finito, que tem sofrido com a intensidade das ações humanas. Os cursos d'água têm se tornado poluído pelos efluentes produzidos pela sociedade, sobretudo em áreas urbanas. A ação antrópica, através da utilização de práticas que destroem o equilíbrio das condições naturais, tem acelerado esses processos de maneira intensa, trazendo, em consequência, prejuízos ao setor agrícola e ao meio ambiente, com reflexos econômicos e sociais (AMORIM, 2000).

A dinâmica de sedimentos é influenciada pelo escoamento de água de uma bacia hidrográfica. Assim, é possível considerar que o escoamento de água na bacia é o principal agente responsável pelos processos erosivos, sobretudo em ambientes tropicais úmidos. A intervenção humana, através de atividades como o desmatamento de encostas e margens de rios, condiciona a redução da infiltração de água no solo e, conseqüentemente, o aumento do escoamento superficial. Esses fatores desestabilizam as encostas e favorecem os processos de erosão do solo, disponibilizando maior carga sedimentar nos fluxos de água dos canais, ou seja, comprometendo a qualidade da água para o abastecimento público e aos processos ambientais (LINO, 2009). O regime hidrológico de um rio é reflexo da interação de processos naturais complexos atuantes em superfície e subsuperfície, estando ainda sujeito a variações em consequência das atividades antrópicas (LIMA 1986).

O acelerado processo de expansão urbana e a intensa ocupação do solo levaram à ocupação de áreas impróprias, como áreas sujeitas aos processos erosivos acelerados que refletem na dinâmica hidrossedimentar das bacias hidrográficas. Entre as ações que contribuem para o impacto ambiental em bacias hidrográficas é possível citar a agricultura, pecuária, mineração, meios de infraestrutura como estradas, entre outros (POPP, 1992).

A bacia do rio Gualaxo do Sul, importante afluente da alta bacia do rio Doce, está inserida em um contexto geológico-geomorfológico marcado pela ocorrência de serras elevadas, zonas de intensa atividade de mineração e existência de áreas com atividades humanas, como agropecuária e ocupação urbana. De modo geral, todas essas atividades contribuem para as condições da dinâmica hidrossedimentar atual da referida bacia hidrográfica e, nesse sentido, torna-se relevante questionar qual o papel dos condicionantes naturais e antrópicos para a dinâmica hidrossedimentar atual na bacia do rio Gualaxo do Sul. De fato, a dinâmica hidrossedimentar é condicionada de forma complexa, mas algumas características, como as transformações nos ambientes de fundo de vale podem indicar o que tem atuado de modo mais significativo para possíveis alterações e a configuração atual dessa dinâmica.

Desse modo, a análise do uso e ocupação do solo e sua correlação com processos erosivos e a dinâmica hidrossedimentar dos cursos fluviais devem contribuir com a compreensão do papel das atividades antrópicas nas alterações das condições dos canais fluviais e ambientes marginais e da qualidade dos recursos hídricos.

O Quadrilátero Ferrífero é uma região bastante estudada quanto à sua geomorfologia, destacando-se estudos sobre aspectos estruturais, litológicos, tectônicos e de processos fluviais. No caso dos processos fluviais, a maior parte dos estudos abordam a questão de depósitos fluviais e suas contribuições para a compreensão da evolução da paisagem. No entanto, são escassos os estudos que abordam a dinâmica hidrossedimentar atual e suas relações com as atividades antrópicas e os condicionantes naturais.



Na medida em que propõe um estudo sobre a dinâmica hidrossedimentar atual, este trabalho pode contribuir para a compreensão sobre o papel de condicionantes naturais e antrópicos para a dinâmica hidrossedimentar.

Este trabalho tem potencial para contribuir com o conhecimento da população local sobre as condições dos cursos d'água que fazem parte do cotidiano delas. Nesse sentido, isso poderá se traduzir em argumentos favoráveis a uma gestão ambiental e social estratégica que vise o uso sustentável dos recursos naturais da região, tendo como um de seus benefícios a preservação da qualidade e quantidade da água nessa bacia hidrográfica.

O presente trabalho tem como objetivo geral investigar o papel de condicionantes naturais e antrópicos na dinâmica hidrossedimentar da bacia do rio Gualaxo do Sul, considerando feições fluviais e taxas de turbidez.

São objetivos específicos: i) Realizar revisão bibliográfica; ii) Analisar a morfologia dos canais e da bacia hidrográfica; e iii) realizar análise morfométrica.

METODOLOGIA:

As etapas metodológicas a serem desenvolvidas nesse projeto são as seguintes: i) Realização de revisão bibliográfica: foi realizada revisão bibliográfica sobre a área de estudo, buscando informações sobre aspectos naturais e antrópicos. Simultaneamente, foi realizado o levantamento de bases cartográficas de aspectos como: litologia, estrutura, rede e bacia hidrográfica considerados pertinentes para a realização do projeto; Os dados foram inseridos em Sistema de Informações Geográficas (SIG) para a produção de mapas sobre o tema; ii) Análise morfológica e morfométrica da rede de drenagem: a partir da base de dados cartográficos reunida e de outros mapeamentos feitos em ambiente SIG, como o de cursos fluviais, foram realizados cálculos de índices morfométricos para avaliar as condições de energia na bacia hidrográfica. Foram selecionados os seguintes índices (Tabela 1): Densidade de drenagem, Fator de Assimetria de Bacia de Drenagem, Índice de rugosidade; Coeficiente de manutenção; e Gradiente do canal principal. Com relação à análise morfológica da bacia e rede hidrográfica, foram identificadas características que possam ter relação com a reorganização da drenagem, alterações de canais fluviais, entre outros.

Tabela 1: Índices morfométricos utilizados nesta pesquisa.

Índice	Fórmula
FABD	$FABD=100(Ra/Ta)$
Dd	$Dd=Lt/A$
Cm	$Cm=1/Dd*1000$
Ir	$Ir=\Delta H*Dd$
Gcp	$Gcp=Acp*1000/Ccp$

O fator de assimetria de bacias (FABD) foi proposto por Hare e Gardner (1985) e pode ser utilizado para a identificação de diferenças entre as áreas das margens direita e esquerda de um rio em uma bacia hidrográfica. Ele consiste na divisão entre a área da margem direita de uma bacia hidrográfica



pela sua área total, indicando possível deslocamento lateral do canal principal através da quantificação da assimetria da bacia. Ra corresponde à área da margem direita do canal e Ta à área total da bacia hidrográfica. Camolezi et al. (2012), Salumini et al. (2004), Rubin (1999) e Hare e Gardner (1985) apresentaram estudos em que associam os resultados desse índice à possível condicionamento tectônico da drenagem. Valores próximos a 50 indicam que não houve migração lateral do canal significativa e valores próximos de zero ou de 100 indicam migração significativa do canal e isso é interpretado como movimentações tectônicas. Recomenda-se que esse parâmetro seja analisado com cuidado, considerando outras características da bacia hidrográfica, já que o deslocamento do canal principal pode estar associado a atuações tectônicas (basculamento) ou a processos fluviais internos (RUBIN, 1999).

A Densidade de drenagem (Dd) foi inicialmente definida por Horton (1945) e se trata da relação entre o comprimento total dos canais de uma bacia hidrográfica e a área total desta. Onde Lt é o comprimento total dos canais e A é a área total da bacia. Em um mesmo contexto climático, a Dd pode ser relacionada ao comportamento hidrológico das rochas e do solo. Materiais mais impermeáveis facilitam o escoamento superficial e possibilitam a formação de mais canais, aumentando a densidade de drenagem. Materiais mais porosos facilitam a infiltração da água e tendem a provocar a diminuição do número de canais e, conseqüentemente, da densidade de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1980).

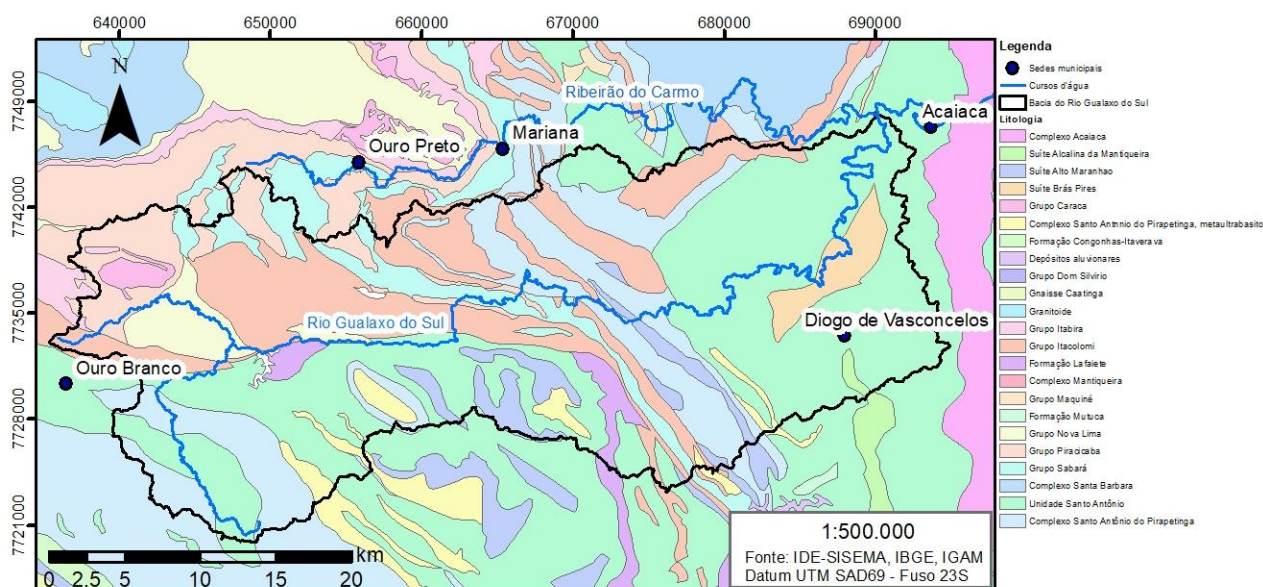
O Coeficiente de manutenção (Cm) é uma medida de textura, semelhante à densidade de drenagem. Em seu cálculo, divide-se por um a Dd e depois a multiplica por 1000, para que os resultados sejam expressos em m²/m. O Cm indica a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento permanente. O índice de rugosidade (Ir) é o resultado da divisão da amplitude altimétrica (ΔH) pela densidade de drenagem (Dd). Os valores baixos ou elevados do índice ocorrem somente quando ambos os fatores apresentarem mesmo comportamento (CHRISTOFOLETTI, 1980). O Gradiente do canal principal (Gcp) é dado pela relação entre a amplitude altimétrica do canal e o comprimento do canal principal. Este índice tem por finalidade indicar a declividade dos cursos d'água da bacia (Horton, 1945; Freitas, 1952). Acp é a amplitude altimétrica do canal e Ccp é o comprimento do canal. O número 1000 representa a unidade de transformação de metros em quilômetros.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

A bacia hidrográfica do rio Gualaxo do Sul faz parte da bacia do rio Doce e drena parte dos municípios de Piranga, Itavera, Catas Altas da Noruega, Diogo de Vasconcelos, Ouro Branco, Ouro Preto e Mariana. Trata-se de um importante afluente do ribeirão do Carmo, que drena parte das terras mais altas do sul do Quadrilátero Ferrífero. Como se observa na Figura 1, o quadro geológico é bastante complexo. No entanto, enquanto o oeste da bacia hidrográfica é marcado pela presença de rochas típicas do Quadrilátero Ferrífero, como as do Supergrupo Minas e Supergrupo Rio das Velhas (como quartzitos, xistos, filitos e itabiritos), o setor leste possui rochas típicas do embasamento cristalino, como granitos, gnaisses, gabros, entre outros. A litologia parece desempenhar um papel significativo na evolução geomorfológica regional, sobretudo quanto aos cursos d'água. É possível notar que, em

grande parte do alto curso, o rio Gualaxo do Sul percorre seu curso margeando os quartzitos do Grupo Itacolomi. Na transição da alta para a média bacia, o rio Gualaxo atravessa os quartzitos, fazendo transições bruscas no sentido N-S e, em seguida, no sentido L-O. Assim, tanto litologia como estrutura parecem condicionar a evolução fluvial regional.

Figura 1: mapa litológico da bacia do rio Gualaxo do Sul.



Na Figura 2 é possível verificar a altimetria da bacia hidrográfica. Assim, nota-se que a parte oeste da referida bacia encontra-se em patamar altimétrico superior ao observado no setor leste. Essa variação altimétrica, embora guarde relação com a própria evolução geomorfológica, com o rebaixamento do relevo no baixo curso e com a presença de maiores altitudes no alto curso, também guarda relação com a diferença de resistência entre as diferentes litologias encontradas na região. Nesse sentido, as maiores altitudes correspondem aos locais onde estão situadas rochas mais resistentes, como os quartzitos e os itabiritos do Grupo Itacolomi, Caraça e Piracicaba. Também chama a atenção o papel do rio Gualaxo do Sul e de seus afluentes no alto curso, onde são responsáveis pelo avanço da bacia do rio Doce em detrimento da bacia do rio São Francisco. Essa diferença altimétrica entre as duas bacias hidrográficas é extremamente importante porque é o que confere maior agressividade ou potencial erosivo aos afluentes do rio Gualaxo do Sul.

Na Figura 3 é possível observar com detalhe a área do divisor de águas entre as bacias dos rios São Francisco e Doce. É possível notar que os afluentes na bacia do rio São Francisco tem direção predominante N-S. Já na bacia do rio Gualaxo do Sul, afluente do Doce, os cursos d'água principais correm no sentido N-S. É possível ainda observar que parte dos afluentes do rio Gualaxo parecem se encaixar ou complementar a bacia do rio São Francisco, tanto em termos de direção dos cursos d'água, como também de altitude das cabeceiras. Nesse sentido, é possível que esses cursos d'água associados ao rio Gualaxo do Sul tenham sido, no passado, pertencentes à bacia do rio São Francisco.

Figura 2: mapa de altitude da bacia do rio Gualaxo do Sul.

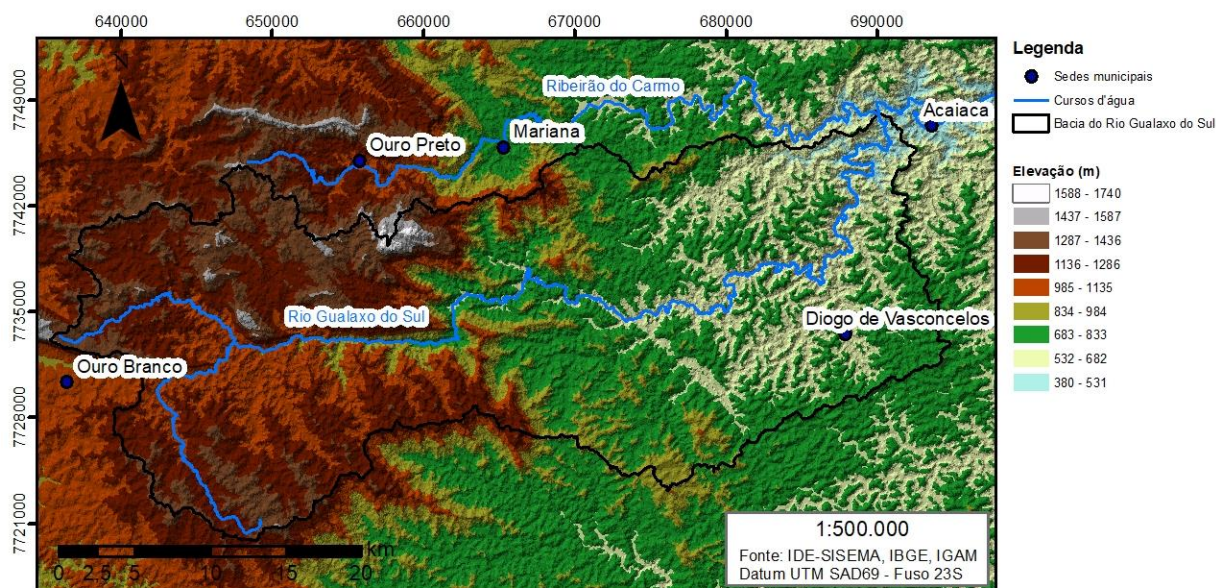
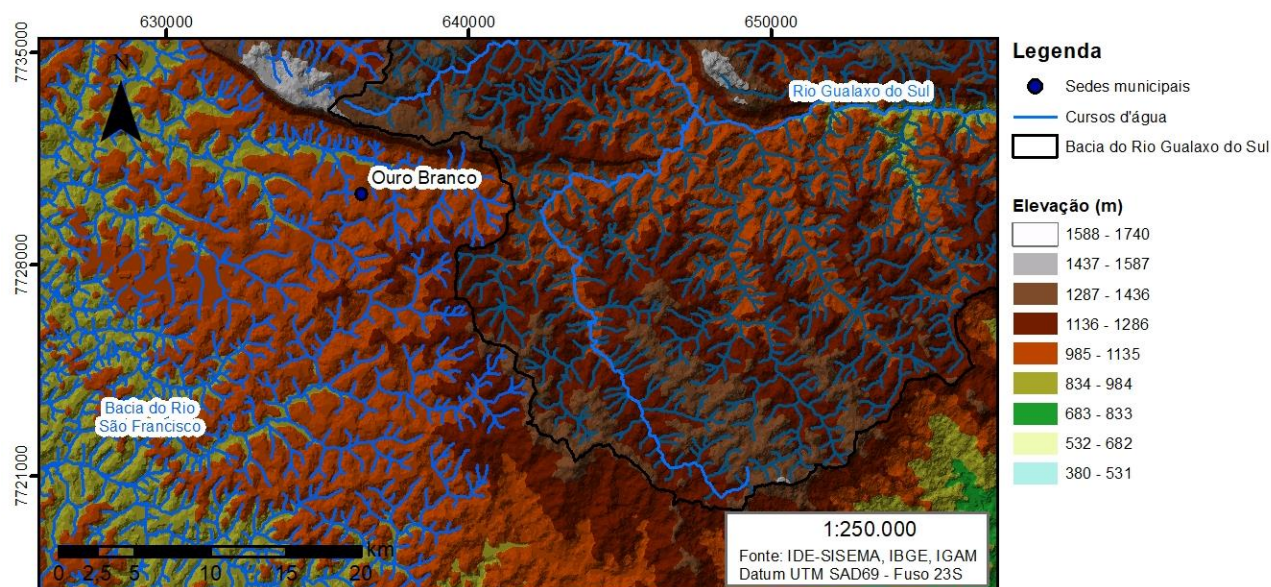


Figura 3: detalhe do divisor hidrográfico entre as bacias do rio São Francisco e rio Doce.



Com relação aos índices morfométricos, os dados estão apresentados na Tabela 2 e discutidos a seguir.

Tabela 2: resultados dos cálculos morfométricos.

Índice	Parâmetros	Resultados
--------	------------	------------



FABD	Ra – 495,389 Ta – 981,437	50,47
Dd	Lt – 2367,65 km A – 981,437 km ²	2,41km/km ²
Cm	Dd – 2,41 km/km ²	414,51m ² /m
Ir	H – 1321 Dd – 2,41	3186,82
Gcp	Acp – 902m Ccp – 110,9km	8,13

O FABD calculado para a bacia do rio Gualaxo do Sul não apresenta grande disparidade entre as áreas das margens direita e esquerda do canal (50,47), o que demonstraria que o canal principal está no centro da bacia hidrográfica. No entanto, a partir da análise morfológica da bacia hidrográfica, é possível perceber que o canal principal possui algumas anomalias e que o curso d'água nasce na porção sudoeste da bacia.

Com relação à Dd, observa-se que se trata de uma bacia em que a maior parte dos canais se localiza em áreas de predomínio de rochas do embasamento cristalino. Isso é um fator que, associado à maior declividade da área (na borda sul do Quadrilátero Ferrífero), favorece a intensificação dos processos erosivos e o surgimento de canais. Assim, o valor da Dd para toda a bacia pode ser comparado ao de outras regiões do estado de Minas Gerais, nos quais se observam características ambientais similares. O Cm da bacia (414,51m²/m) representa um valor elevado se comparado com outras áreas do estado mineiro. Isso pode ter relação com as condições de declividade da bacia, bem como pela litologia no alto curso. Tudo isso contribui para aumentar a área necessária para a manutenção dos cursos d'água. O Ir apresenta um valor de 3186,82. Como esse índice representa aspectos relacionados à declividade e comprimento da vertente, seu valor elevado revela potencial de a área apresentar vertentes longas e íngremes. Portanto, a bacia pode ter alto potencial de ocorrência de inundação ou ainda de transmissividade hidráulica, por se tratar de uma bacia mais alongada.

Para o Gcp, o valor elevado identificado tem relação com a elevada declividade do canal. Nesse sentido, trata-se de uma bacia hidrográfica com elevado potencial para ocorrência de erosão, podendo, ainda, ter nessa característica um elemento para a ocorrência de inundações em momentos de chuvas torrenciais.

CONCLUSÕES:

A partir dos dados dessa pesquisa é possível concluir o seguinte:



1. A litologia e a estrutura têm papel de destaque na evolução geomorfológica e fluvial da área em estudo. Essa afirmativa está relacionada com as características da drenagem na área de estudo e a sua organização de acordo com a litologia predominante.
2. A altimetria da bacia hidrográfica revela o maior potencial erosivo da bacia do rio Gualaxo do Sul em comparação com a bacia hidrográfica vizinha do rio São Francisco. Este curso d'água e seus afluentes estão avançando em direção à baía do rio São Francisco, alterando a configuração das bacias hidrográficas em questão.
3. A rede hidrográfica e a sua disposição de acordo com a altitude são indícios de que a área limite entre as bacias dos rios São Francisco e Doce (Gualaxo do Sul) estão evoluindo não somente com o avanço das cabeceiras do rio Doce, tomando área da bacia do rio São Francisco. A pirataria de canais é outro elemento que compõe a dinâmica geomorfológica regional, com cotovelos de drenagem e outras anomalias que indicam a ocorrência dessa reorganização da rede hidrográfica.
4. Os parâmetros morfométricos contribuem com a análise sobre as condições de energia e o papel da litologia e estrutura na evolução fluvial e geomorfológica. Esses índices também indicam que a bacia tem potencial para ocorrência de inundações, considerando a declividade, mas tal fato pode estar sendo atenuado pela sua forma mais alongada, o que favorece a transmissividade hidráulica.

REFERÊNCIAS:

AMORIM, Ricardo Santos Silva. **Desprendimento e arraste de partículas de solo decorrentes de chuvas simuladas**. 2000. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

CAMOLEZI, B. A.; FORTES, E.; MANIERI, D. D. Controle estrutural da rede de drenagem com base na correlação de dados morfométricos e morfoestruturais: o caso da bacia do ribeirão São Pedro – Paraná. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 13, n. 2, p. 201-211, 2012.

CHRISTOFOLETTI, A.. *Geomorfologia*. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 186 p.

FREITAS, R. O. Textura de drenagem e sua aplicação geomorfológica. *Boletim Paulista de Geografia*, v. 11, p. 53-57, 1952.

HARE P. W.; GARDNER I. W. Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate margins. Nicoya Peninsula, Costa Rica. In: MORISAWA M.; HACK J. T. (eds.). *Tectonic Geomorphology. Proceedings of 15th Annual Binghamton Geomorphology Symposium*. 1985.

HORTON, R. E.. Erosional development of streams their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Bulletin of the Geological Society of America*, Colorado, v. 56, p. 275-370, 1945.



 **seminário
de iniciação
científica**
ISSN 2558-6052



LIMA, W. P. Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas. Piracicaba: ESALQ, 1986. 242p.LINO, 2009

POPP, J.H. Mineração e proteção ambiental: o único caminho possível. In: **Seminário nacional de recuperação de áreas degradadas**, 1, 1992, Curitiba. Anais... Curitiba: UFPR/FUPEF, 1992, p. 467-470

RUBIN, J. C. *Sedimentação Quaternária, Contexto Paleoambiental e Interação Antrópica nos Depósitos Aluviais do Alto Rio Meia-Ponte – Goiás/GO*. Rio Claro, 1999. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

SALAMUNI, E.; EBERT, H.; HASUI, Y. Morfotectônica da Bacia Sedimentar de Curitiba. *Revista Brasileira de Geociências*, v.34, n.4, p.469-478, 2004.