

# COMPARAÇÃO DA CARGA GEOQUÍMICA E EM SUSPENSÃO TRANSPORTADA POR CURSOS FLUVIAIS QUE DRENAM QUARTZITOS E GRANITO-GNAISSE NA REGIÃO DO PLANALTO DE DIAMANTINA/ MG: RESULTADOS PRELIMINARES

Joseane Biazini Mendes<sup>1</sup>, Thaísa Santos Faria<sup>2</sup>, Juliana Rodrigues de Silva<sup>1</sup>  
Flávio Teodoro de Castro<sup>1</sup>, Luiza Bossi<sup>1</sup>, André Augusto Rodrigues Salgado<sup>3</sup>

## RESUMO

O artigo tem por objetivo reconhecer, de forma preliminar, qual dentre estes dois fatores ambientais: área da bacia ou diversidade litológica – é mais importante na determinação das taxas denudacionais em termos de carga dissolvida e sedimentos finos no Espinhaço Meridional/MG na região do Planalto de Diamantina. Para tanto foram mensuradas estas cargas em sete cursos fluviais que drenam bacias com área diversa – entre 8,28 e 1308,53 km<sup>2</sup> – e com diferentes substratos: quartzitos ou granitos-gnaisses. Os resultados obtidos revelam que a área da bacia hidrográfica é o fator que controla a denudação mensurada nos cursos fluviais da região investigada. Neste contexto, as bacias de cabeceira – menor área e maior declividade - apresentaram taxas de denudação muito superiores do que aquelas com maior área e que drenam áreas próximas ao nível de base.

**Palavras-Chave:** denudação mecânica; denudação geoquímica; evolução do relevo; Espinhaço Meridional/MG.

## ABSTRACT

This paper aims recognize, preliminarily, which of these two environmental factors: watershed area or lithological diversity – is the most important on determination of denudation rates in terms of dissolved load and fine sediments present in Espinhaço Meridional/MG, on Planalto de Diamantina. For this, was measured these loads in seven waterways that drain wathersheds with diverse area – between 8,28 and 1308,53 km<sup>2</sup> – in different substrates: quartzites or granite-gneisses. The results show the watershed area is the factor which controls the measure denudation on the waterways of that region. In this context, headwater basins – smaller area and higher slope – present denudation rates much higher than those basins which present higher area and are located near of the base level.

**Key-Words:** mechanical denudation, geochemistry denudation, relief's evolution, Espinhaço Meridional/MG.

## INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos trinta anos o Espinhaço Meridional/MG, em especial na região do Planalto de Diamantina, tem sido objeto de diversos estudos geomorfológicos. Dentre estes diversos estudos destacam-se aqueles que investigaram a gênese e evolução do relevo regional (Saadi, 1995; Valadão, 1998) e dos processos erosivos acelerados (Augustin &

---

<sup>1</sup>Graduanda (o) em Geografia na Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte/MG. (jbiazini@yahoo.com.br); (jrs\_geo@yahoo.com.br); (theobhz@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Geógrafa – Manuelzão - Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte/MG. (thaisafaria@yahoo.com.br)

<sup>3</sup>Professor Adjunto II do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte/MG. (geosalgado@yahoo.com.br);

Aranha, 2006), os que estudaram a dinâmica fluvial regional (Bueno et al., 1997), bem como aqueles que mensuraram os processos denudacionais geoquímicos (Salgado & Valadão, 2003; 2005). Estes últimos, ao mensurarem processos, constataram que a litoestrutura e subsidiariamente a área da bacia de drenagem eram os fatores ambientais que controlavam as taxas regionais de denudação geoquímica. Neste contexto, as áreas que apresentam por substrato os quartzitos são menos denudadas do que aquelas que têm por substrato os granitos-gnaisses. Paralelamente, constatou-se uma tendência a um aumento destas taxas em bacias hidrográficas próximas as cabeceiras. Logo, quanto maior a área da bacia investigada, menor tende a ser sua denudação por km<sup>2</sup>.

Tais estudos, embora importantes, mensuraram apenas os processos geoquímicos. Não avaliaram se este comportamento era válido também para os processos denudacionais mecânicos. Em parte isto pode ser explicado pela dificuldade em se mensurar os processos denudacionais mecânicos em bacias hidrográficas. Isto ocorre em razão de que, embora os sedimentos finos – silte e argila - sejam transportados de modo mais constante pelos cursos fluviais, sedimentos mais grosseiros – areia, cascalho e seixos – tendem a ser transportados de modo intermitente, podendo levar anos entre um movimento e outro. Isto ocorre em razão de que alguns dos sedimentos mais grosseiros são transportados apenas nas chuvas e enchentes mais intensas e que ocorrem em intervalos que podem alcançar décadas. Logo, tentativas de se mensurar os processos denudacionais mecânicos envolveriam a necessidade de, a exemplo do que ocorre com o clima, um longo monitoramento. Sendo assim, no Brasil, salvo raras exceções, a intensidade da denudação mecânica em bacias hidrográficas só pode ser mensurada em termos de carga suspensa. Neste contexto, situa-se o presente trabalho que procura avaliar, em termos de denudação geoquímica somada a denudação das partículas finas – argila e silte – qual dentre estes fatores, área da bacia hidrográfica ou litologia, mais interfere na intensidade da denudação na região do Planalto de Diamantina – Espinhaço Meridional/MG.

Área de estudo – compreende a região do Planalto de Diamantina no Espinhaço Meridional/MG (Fig. 1). O substrato regional é constituído basicamente por rochas quartízicas do Supergrupo Espinhaço recortada por diques e *sills* de rochas metabásicas. Entretanto, no interior deste planalto, aflora o embasamento granítico-gnaíssico de idade Arquena da região da Depressão de Gouveia. De acordo com Saadi (1995) as diferenças de comportamento frente ao intemperismo e de resistência mecânica à erosão vão controlar grande parte da formação do relevo desta região, onde os quartzitos constituem o substrato das terras altas e os granito-gnaisses o das terras baixas.

Neste contexto, baseadas nas suas altitudes, o Planalto de Diamantina foi subdividido em quatro níveis geomorfológicos por Saadi e Valadão (1987 a,b): **(i)** Acima de 1.300m ocorrem relevos residuais quartzíticos, tectonicamente alinhados, e que corresponderiam a restos de uma superfície cretácea; **(ii)** Entre 1.250 e 1.300m, uma superfície dissecada (Sul-americana) trunca rochas arqueanas e proterozóicas; **(iii)** Entre 1.050 e 1.100 m entra-se na Depressão de Gouveia que se interliga às escarpas marginais por rampeamentos suaves. Neste nível, os topos de colinas compõem um nível embutido de aplainamento de idade pliocênica sobre gnaisses e xistos; **(iv)** Por fim, entre 950 e 1.000m, desenvolvem-se vales, ainda em processo de aprofundamento.

O clima regional é tropical semi-úmido afetado pela altitude. A estação seca compreende o período que vai de Junho até Setembro e as chuvas se concentram de Novembro até Março. Nos meses de Abril, Maio e Outubro ocorrem períodos de transição. Segundo Benites et al (2003), a vegetação da área onde o substrato rochoso é o quartzito pode ser considerada como campo rupestre, onde são observados espécies herbáceas crescendo sobre neossolos litólicos ou sobre areia quartzosa. Já nas áreas que tem por substrato os granito-gnaisses se desenvolve, sobre latossolos e cambissolos, uma vegetação do tipo cerrado.

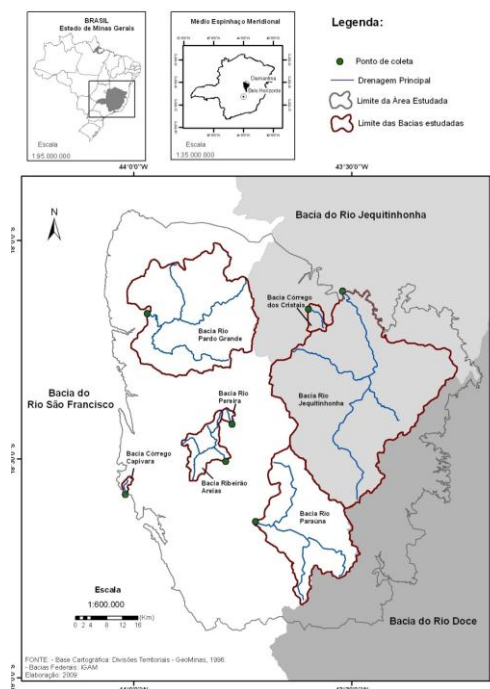


Fig. 1. Mapa de localização da área de estudo. Fonte: Base cartográfica Geominas, 1996.

Quanto ao uso e ocupação do solo, as áreas formadas sobre o quartzito foram durante muito tempo regiões de mineração de diamante o que gerou graves danos ambientais aos rios

da região, uma vez que a produção garimpeira era feita sobre aluviões e conglomerados brandos. Ainda hoje é possível ver alguns garimpos nas proximidades de Diamantina, porém há muito tempo os diamantes da região se tornaram escassos. Atualmente a economia da região tem se desenvolvido a partir do setor terciário, principalmente pelo turismo. Já na Depressão de Gouveia, a existência de solos mais profundos criou condições para atividades ligadas à criação de gado que, nesta região, se desenvolvem de forma extensiva sobre um cerrado degradado.

## METODOLOGIA

O método de pesquisa utilizado neste trabalho pode ser dividido em 3 etapas: escritório, campo e laboratório. Na primeira etapa, de escritório, além de levantamento bibliográfico a respeito da região e metodologias adequadas para a execução do estudo, foram utilizadas cartas geológicas – Projeto Espinhaço - para a escolha dos pontos de amostragem, abrangendo bacias de diferentes dimensões sobre rochas quartzíticas e rochas granito-gnáissicas. As cartas utilizadas foram as de Diamantina (Folha SE-23-Z-A-III) e Presidente Kubitschek (SE-23-Z-A-VI). Após a escolha dos pontos de amostragem nos rios nos diferentes tipos litológicos, as bacias foram delimitadas em *software* ArcGIS, com bases cartográficas, e sobrepostas aos dados de hidrografia e litologia. Foram realizados também, no mesmo *software*, o cálculo da área de cada uma das bacias investigadas. No total, foram amostrados sete pontos (Fig. 2), identificados em GPS (*Global Position System*), sendo cinco em áreas de ocorrência de rochas quartzíticas (rios Capivara, Pardo Grande, Jequitinhonha, Paraúna e Córrego Cristais) e dois em rochas granito-gnáissicas (Ribeirão Areias e Pereira).

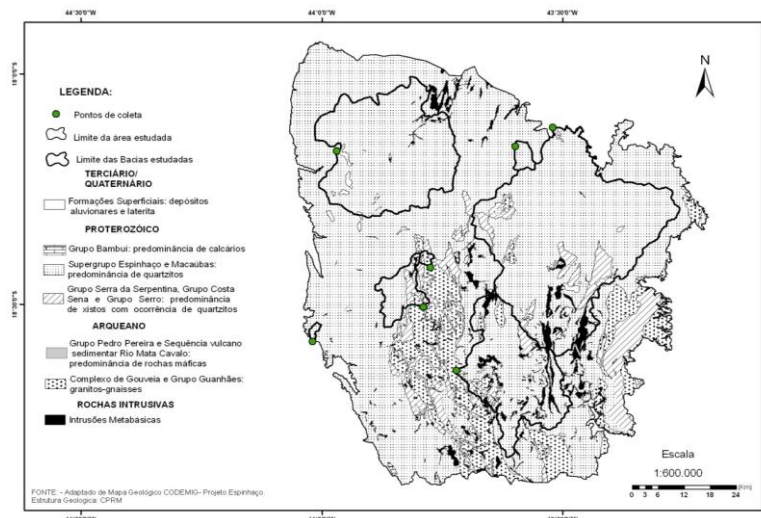


Fig. 2. Mapa de litologia das bacias amostradas. Fonte: Adaptado do mapa geológico CODEMIG, Projeto Espinhaço.

Na segunda etapa, em campo, foram realizadas as coletas das amostras de água e medição da vazão. Esta coleta ocorreu em um único dia em meados de Outubro de 2009. Este mês foi escolhido em razão de constituir a meia estação (período de transição entre a estação seca com a úmida). Para a coleta de água, foi utilizado um recipiente com capacidade para 200ml. Esta foi realizada no meio do canal fluvial, em um trecho retilíneo, numa profundidade média. A medição da vazão foi construída através da relação entre a quantidade de água (em litros) transportadas por unidade de tempo (em segundos). Inicialmente, para o cálculo da vazão, obteve-se uma média das profundidades em diversos pontos de uma seção lateral do curso fluvial. A quantidade de profundidades medidas variou de acordo com a largura do canal, mas nunca foi superior a um metro de distância entre cada uma. A velocidade do fluxo em diferentes pontos da seção foi obtida com a técnica do flutuador, que se consiste no abandono de um flutuador no início de uma determinada seção, enquanto é cronometrado o tempo (em segundos) de deslocamento do objeto até o final da seção definida (Fig. 3).



Fig. 3. Medição da velocidade da água em determinado trecho do rio Capivara, Diamantina, MG.  
Fonte: arquivo pessoal Luiza Bossi, 2009.

Com os dados de velocidade (em metros/segundos) e profundidade (em metros), bem como a largura do canal (em metros) foi possível obter valores médios para a vazão em diferentes pontos do canal fluvial, conforme a seguinte relação:

$V$  (vazão) =  $V_d$  (velocidade de deslocamento) x  $P$  (média da profundidade) x  $L$  (largura do canal dividida pelo número de seções).

A vazão foi calculada para diversas seções em um mesmo canal. O valor da vazão final, portanto, é definido pela somatória das vazões nas diferentes seções. A vazão obtida foi apresentada em  $m^3/s$ .

A terceira etapa consistiu na análise laboratorial das amostras e na posterior interpretação dos dados. No laboratório, as amostras foram transferidas para um Becker, com capacidade de 100 ml, devidamente pesado em balança eletrônica e identificado. Os recipientes foram secos em estufa, para a retirada de água, obtendo-se, somente, os sólidos, tanto a carga em suspensão, quanto a carga dissolvida. Sendo assim, a diferença entre o peso medido em balança eletrônica do Becker seco e do Becker vazio, representa a carga em suspensão somada à carga geoquímica de cada ponto amostrado. A obtenção deste dado, multiplicado pela vazão do curso fluvial, permitiu se mensurar a carga denudacional anual em termos de denudação geoquímica somada a carga mecânica em suspensão. Após essa etapa, os valores obtidos foram divididos pela área das bacias correspondentes, gerando uma média de perda por  $km^2$ .

## **RESULTADO E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos demonstram que, a exemplo do que era esperado, a denudação tende, em termos absolutos, a ser maior nas bacias com maior vazão e com maior área de drenagem (Tab. 1). Entretanto, quando estes dados são avaliados em termos de denudação por  $km^2$  (Tab. 1), é possível verificar que a carga mensurada varia muito de bacia para bacia – de 16,00 até 611,97 toneladas/ano. Esta grande variação não pode ser explicada pelas variações litológicas, visto que existem bacias sobre granito-gnaiss que são muito denudadas e outras que são pouco denudadas (Tab. 1). O mesmo ocorre com as bacias que tem por substrato os quartzitos. Neste contexto, a litologia não explica a variação destas taxas tão bem quanto a área da bacia, visto que, quanto maior a bacia, menor tende a ser as suas taxas de denudação anuais por  $km^2$  (Tab. 1 e Fig. 4).

Tab. 1. Taxas de denudação obtidas em campo, nas bacias estudadas.

Pontos amostrados	Vazão (L/s)	Carga sedimentar transportada (ton./ano)	Litologia	Área da Bacia (km <sup>2</sup> )	Carga sedimentar (ton./ano)/ área (Km <sup>2</sup> )
Ponto 1 - Capivara	495,17	2.625,25	quartzito	6,258	419,50
Ponto 2 - Pereira	303,38	1.914,78	granito-gnaiss	8,281	231,23
Ponto 3 - Areias	982,25	4.773,63	granito-gnaiss	94,510	50,51
Ponto 4 - Pardo Grande	5007,06	21.647,48	quartzito	729,900	29,66
Ponto 5 - Paraúna	8729,98	21.764,28	quartzito	489,410	44,47
Ponto 6 - Cristais	700,12	15.152,35	quartzito	24,760	611,97
Ponto 7 - Jequitinhonha	22323,30	20.937,79	quartzito	1308,530	16,00

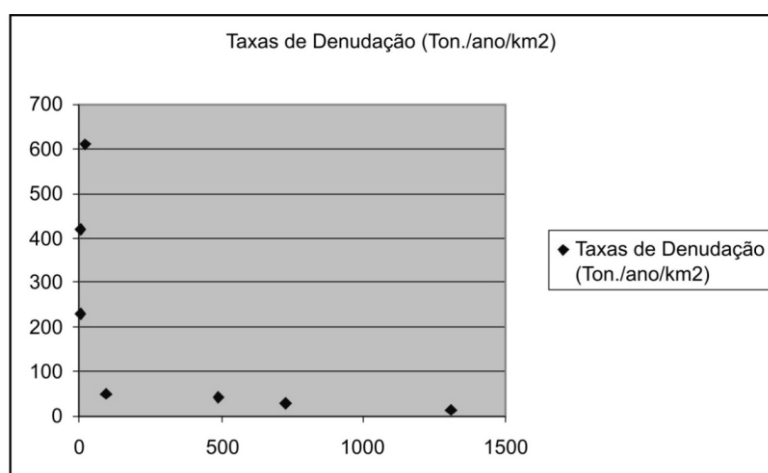


Fig. 4. Taxas de denudação em toneladas/ano/km<sup>2</sup> (eixo y) com relação à área das bacias investigadas em km<sup>2</sup> (eixo x).

Interessante é verificar que, em estudo realizado na mesma área, quando mensurada só a denudação geoquímica, Salgado & Valadão (2003, 2005) atestam que o principal fator controlador das taxas denudacionais era a litologia. A área da bacia também interferia nestas taxas, embora de maneira secundária. Deste modo, fica evidente que existe uma diferença nos fatores controladores das intensidades da denudação geoquímica com a geoquímica/mecânica em suspensão. Enquanto a primeira é principalmente associada ao substrato, a segunda parece estar associada a energia dos cursos fluviais, visto que as bacias de maior área tendem a drenar regiões com menores declividades e mais estáveis em relação aos níveis de base do que aquelas pequenas bacias que se localizam próximas as cabeceiras. Provavelmente, se as

amostras fossem de bacias com áreas semelhantes, a influência litológica seria mais explícita. Fora isso, em bacias de elevadas dimensões, como é o caso da Bacia do Rio Jequitinhonha, ocorrem muitos níveis de base onde a carga sedimentar pode ficar depositada. Logo, ocorreria a erosão, mas a denudação (perda de massa na bacia investigada) não aconteceria, visto que o sedimento erodido foi depositado em um nível de base local.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em estudos anteriores (Salgado & Valadão, 2003 e 2005) foi constatado que a denudação geoquímica é controlada pela litologia, entretanto, quando se trata da mensuração da denudação geoquímica mais a carga em suspensão (sedimentos finos) os resultados obtidos demonstraram que o fator que controla a denudação mensurada é a área da bacia, já que o transporte de carga em solução e sedimentos em suspensão por km<sup>2</sup> foi menor nas bacias de maior área. Isso se deve ao fato das bacias de maior área, mesmo tendo maior vazão e maior carga sedimentar em valores absolutos apresentam declividades menores e muitos níveis de base refletindo nas taxas de denudação geoquímica e carga em suspensão. Ao contrário, as bacias de menor área, que estão inseridas em área de cabeceira e assim, apresentarem relevos com maior declividade, sofrem maior denudação geoquímica e de carga em suspensão. Os resultados demonstraram ainda que não é possível se traçar uma relação direta entre a dinâmica da denudação geoquímica com a da denudação mecânica, pelo menos para a área de estudo.

Resultados parecidos foram encontrados em trabalhos realizados por Pinet & Sourian (1988) que correlacionam a denudação mecânica com a elevação do relevo, com a ressalva de que as bacias analisadas são as maiores bacias hidrográficas mundiais. Trabalhando com quase as mesmas bacias Sumerfield & Hulton (1994), também fazem análise parecida. E ainda, o trabalho de Campagnoli (2006) que considera, entre diversos fatores, a declividade na produção de sedimentos para importantes bacias sul-americanas. Por fim, estes resultados apontam para a necessidade de trabalhos que aprofundem o conhecimento acerca dos fatores controladores dos processos denudacionais.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao CNPq e a FAPEMIG pelo apoio financeiro.



## REFERÊNCIAS

- AUGUSTIN, C. H. R. R.; Aranha, P. R. A.. **A ocorrência de voçorocas em Gouveia, MG: características e processos associados.** Geonomos, v. 14, p. 75-86, 2006.
- BENITES, V. M; CAIAFA, A. N; MENDONÇA, E de S; SCHAEFER, C.E; KER, J.C. **Solos e Vegetação nos Complexos Rupestres de Altitude da Mantiqueira e do Espinhaço.** Floresta e Ambiente. v. 10, n.1, p.76 - 85, jan./jul. 2003.
- BUENO, G. T.; TRINDADE, E. S.; MAGALHÃES JR., A. P. **Paleociclos deposicionais e a moderna dinâmica fluvial do ribeirão do Chiqueiro – Depressão de Gouveia/Espinhaço Meridional – MG.** Geonomos, v. 5, n.2, p.15-19, 1997.
- CAMPAGNOLI, F. **The production of the sediment of the South America continent: propose of mapping of the erosion rates based geological and geomorphological aspects.** Revista Brasileira de geomorfologia. Ano 7, nº1 p.03-08. 2006.
- IBGE. **DIRETORIA DE GEODÉSIA E CARTOGRAFIA. Diamantina.** Rio de Janeiro: IBGE, 1977 1 mapa: color.; color.; 74 x 62 cm: Escala 1:100 000.
- IBGE. **DIRETORIA DE GEODÉSIA E CARTOGRAFIA. Presidente Kubitschek.** Rio de Janeiro: IBGE, 1977 1 mapa: color.; color.; 75 x 62 cm: Escala 1:100 000.
- PINET, P. & SOURIAN, M. **Continental erosion and large-scale relief.** Tectonics. Vol.07, nº.3, p. 563-582. 1988
- SAADI, A. **A geomorfologia da serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas margens.** Geonomos v.3 (1), p.41-63, 1995.
- SAADI, A. & VALADÃO, R.C. **O cenozóico da porção mediana-central do Espinhaço Meridional, primeira síntese.** In: Congresso da ABEQUA, 1, Porto Alegre-RS, 1987. Anais..., ABEQUA/UFRGS, 1987. p. 393-407. 1987.
- SAADI, A. & VALADÃO, R.C.. **Evolução geomorfológica quaternária da região de Gouveia, Serra do Espinhaço.** In: Simpósio de Geologia. MG, 4, Belo Horizonte - MG, 1987. Anais..., SBG/MG, 1987. Bol. SBG-MG, (7):434-448.
- SALGADO, A. A. R. ; VALADÃO, R. C. **Contribuição da Desnudação Geoquímica para a Erosão diferencial no Espinhaço Meridional/MG (Depressão de Gouveia).** Revista Brasileira de Geomorfologia, Goiânia, v. 4, n. 2, p. 31-45, 2003.
- SALGADO, A. A. R. ; VALADÃO, R. C. **Fatores controladores da Desnudação geoquímica na Depressão de Gouveia (Espinhaço Meridional/MG).** Geonomos, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 51-57, 2005.
- SUMEMRFIELD, M.A. & HULTON, N.J. **Natural controls of fluvial denudation rates in major world drainage basins.** Journal of Geophysical Research. Vol.99, nºB7, p.13,871-13,883, 1994.