



TAXAS DE DENUDAÇÃO EM ARENITOS DA BACIA SEDIMENTAR DO PARANÁ NO ESTADO DE SÃO PAULO

Eder Paulo Spatti Junior ¹
João Osvaldo Rodrigues Nunes ²
Fabiano Tomazini da Conceição ³
Pablo Fernandes Vieira ⁴
Mariana de Souza Santos ⁵
Daniele Cardoso Frasca Teixeira ⁶

RESUMO

Taxas de denudação são elementos essenciais para compreender a evolução geomorfológica, envolvendo a velocidade do desenvolvimento do manto de intemperismo (componente perpendicular) e dos processos erosivos (componente paralela). Deste processo resultam produtos que são a base das atividades humanas, principalmente nas condições de uso, evolução e ocupação dos solos. Assim, este trabalho tem por objetivo discutir tal importância a partir das taxas de denudação em arenitos da bacia sedimentar do Paraná no estado de São Paulo, distribuídas entre os grupos São Bento (Formações Pirambóia e Botucatu), localizadas na unidade geomorfológica da Depressão Periférica Paulista (DPP) e entre o grupo Bauru, na unidade geomorfológica do Planalto Ocidental Paulista (POP). Para tanto foram utilizadas 2 áreas de estudos, a bacia hidrográfica do Ribeirão Monjolo Grande que consiste em uma sub-bacia do rio Corumbataí (com as taxas de denudação já obtidas), localizada no centro leste do estado de São Paulo na unidade geomorfológica DPP, e a bacia hidrográfica do córrego 1º de Maio, sub-bacia do rio Mandaguari (em fase de obtenção de dados), localizada no oeste paulista, na unidade geomorfológica POP. Para a obtenção das taxas foram utilizados dados hidroquímicos das águas fluviais e pluviais, o fluxo sedimentar (dissolvido e suspenso) além da análise química e mineralógica das rochas e de seus produtos de alteração (solos e perfis de intemperismo). Ambas as áreas apresentam um uso da terra muito semelhante, com predomínio de atividade agropecuária, além disso estão inseridas em um regime climático tropical, com uma estação seca marcante. Na bacia do ribeirão Monjolo Grande, a taxa de erosão química, correspondente à formação dos perfis de intemperismo, foi determinada pelo fluxo de sólidos dissolvidos (com a respectiva correção dos aportes atmosféricos) e pela densidade das rochas, apresentou um valor de 1,53 m/Ma. Já a taxa de erosão mecânica, que representa a remoção dos horizontes superficiais dos solos, foi calculada pelo fluxo dos sedimentos em suspensão e densidade dos solos, obtendo um valor de 14,2 m/Ma, indicando um elevado desequilíbrio entre a componente paralela

¹ Professor Assistente do Departamento de Geografia da Unesp, Campus de Presidente Prudente-SP, eder.spatti@gmail.com

² Professor Titular do Departamento de Geografia da Unesp, Campus de Presidente Prudente-SP, eder.spatti@gmail.com
coautor1@email.com;

³ Professor Titular do Departamento de Geografia e Planejamento Ambiental da Unesp, Campus de Rio Claro, coautor2@email.com;

⁴ Graduando do curso de Engenharia Ambiental da Unesp, campus de Presidente Prudente-SP, coautor3@email.com;

⁵ Graduanda do curso de Geografia da Unesp, campus de Presidente Prudente-SP. orientador@email.com.

⁶ Professora Assistente do Departamento de Geografia da Unesp, Campus de Presidente Prudente-SP, eder.spatti@gmail.com, autorprincipal@email.com;



e perpendicular. Na bacia do córrego 1º de Maio o trabalho está em fase de coleta de dados, tendo sido amostrados a vazão, as concentrações de sólidos em suspensão e dissolvidos, bem como vem sendo quantificadas e analisadas as amostras de águas pluviais desde o mês de agosto de 2024 até o mês de junho de 2025. A presente metodologia permite avaliar e comparar o balanço de denudação em áreas com características semelhantes, sendo um dado muito importante no entendimento da evolução da paisagem regional, bem como para atestar a influência das atividades humanas nos processos morfogenéticos.

Palavras-chave: Evolução Geomorfológica, Rochas Sedimentares, Uso da Terra.

INTRODUÇÃO

Sistemas naturais ocorrem em interação dinâmica entre seus diversos fatores, tais como a botânica, a zoologia, os solos e o clima, entretanto, o homem participa dessa interação, modificando com alterações permanentes os fluxos de matéria e energia (TRICART, 1977). A mudança do uso da terra, com o aumento de áreas destinadas à produção agrícola, à pecuária extensiva e o avanço da urbanização (sem a devida execução dos planos diretores), vem suprimindo extensas áreas de vegetação, inclusive as que são por lei protegidas como Áreas de Preservação Permanente (APP), notadamente próximas a nascentes e cursos d'água, exercendo fortes pressões e causando a perda progressiva da qualidade ambiental. Essa perda se observa em especial nos recursos hídricos com a adição de esgotos nas áreas urbanas e demais compostos adicionados aos rios pela lixiviação de insumos e defensivos agrícolas (Walsh, 2000; Spatti Junior *et al*, 2018).

A determinação do balanço de denudação, o qual consiste na atuação conjunta do componente perpendicular, caracterizado pelo aumento do front de intemperismo das rochas, e do componente paralelo, caracterizado pela remoção do material superficial, é fundamental na geoquímica de superfície e de grande interesse na caracterização geomorfológica dos continentes. Este fenômeno aplica-se diretamente a estudos relacionados a várias disciplinas, dentre elas, a geologia, geografia, ecologia, economia, pedologia e agronomia, subsidiando parâmetros necessários a uma melhor orientação na distribuição das culturas, exploração e uso dos solos.

Por definição, os processos de intemperismo agem na interface entre a atmosfera e a litosfera e incluem os processos que levam à desagregação e decomposição das rochas expostas na superfície da Terra. Mortatti (1995) define a erosão em uma bacia de drenagem como um fator geográfico de esculturação da paisagem e deve ser vista como um conjunto de fenômenos mecânicos e químicos sob influência direta do clima sobre os fatores geológicos e pedológicos. O primeiro estágio do intemperismo é o ataque à rocha matriz. A alteração geoquímica atua em profundidade, atacando as rochas, facilitando a ação de agentes físicos e biológicos de



desagregação e formando um amplo complexo de alteração. São originadas partículas minerais discretas (produtos residuais) presentes na rocha matriz, que permanecem mais ou menos inalteradas, ao lado de minerais neoformados, além de materiais em solução (SUGUIO, 2003). Este processo é principal mecanismo de remoção de CO₂ atmosférico, e, consequente, deposição de carbonatos de Ca e Mg (e menores quantidades de Fe e Mn) nos oceanos, e tem a função básica na moderação do clima terrestre (MORTATTI, 1995, GAILLARDET et.al, 1999; DUPRÉ et.al, 2003; SPATTI JR, et al 2019). Os produtos do intemperismo, rocha alterada e solo, estão sujeitos a outros processos do ciclo supérgeo – erosão mecânica, transporte, sedimentação – os quais acabam levando à denudação continental, com o consequente aplainamento do relevo (TEIXEIRA, et al., 2000).

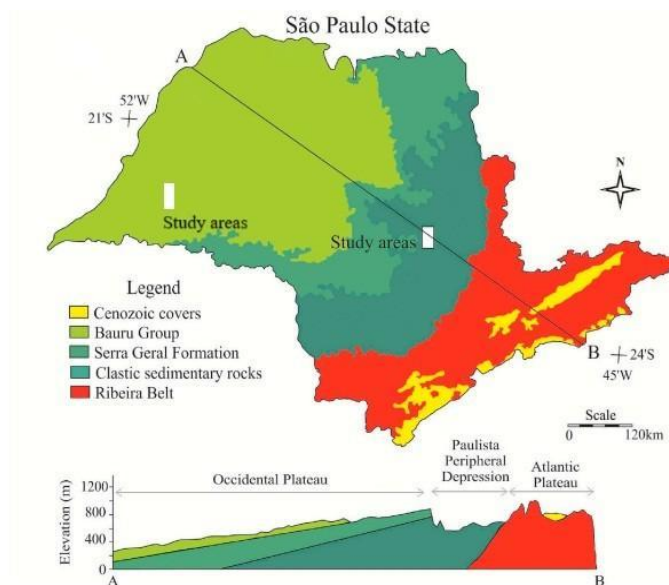
O estado de São Paulo possui distintas unidades geomorfológicas, as quais foram divididas em Planície Litorânea, Planalto Atlântico, Depressão Periférica Paulista, Cuestas Basálticas e Planalto Ocidental (ALMEIDA, 1964). A Depressão Periférica Paulista, na região central do estado é composta por diferentes tipos de rochas formadoras da Bacia Sedimentar do Paraná, mais especificamente por arenitos (formações Piramboia e Botucatu) e argilitos (grupos Itararé, Tubarão e Passa Dois) além de formações locais de idade Cenozóica, como, por exemplo, a Formação Rio Claro (ZAINÉ, 1994). Já a unidade do Planalto Ocidental Paulista (que compreende toda a porção oeste do estado de São Paulo é composta predominantemente por arenitos associados aos grupos Bauru e Caiuá (figura 1).

Na busca de conhecer e estudar o balanço entre o intemperismo químico e a erosão de solos em uma região faz-se necessário encontrar uma unidade básica, na qual todos os componentes da paisagem (atmosfera, biosfera, litosfera e hidrosfera) interajam, adotando-se, assim, a bacia hidrográfica como unidade de estudo, planejamento e gestão (ANDREOZZI, 2005). Arenitos compõe a maior parte das rochas que afloram na bacia hidrográfica do Rio Corumbataí, na Depressão Periférica Paulista e também na bacia hidrográfica do rio Mandaguari, no Planalto Ocidental Paulista, permitindo, assim, estabelecer as taxas atuais de erosão química e mecânica dos arenitos que compõe a bacia sedimentar do Paraná no estado de São Paulo, sob as condições climáticas atuais e, consequentemente, inferir sobre a evolução geomorfológica destas unidades. Para este trabalho foram utilizadas duas sub-bacias hidrográficas, a bacia hidrográfica do Ribeirão Monjolo Grande, afluente do rio Corumbataí e do Ribeirão Primeiro de Maio, afluente do rio Mandaguari. A escolha destas sub-bacias leva em conta seu tamanho (bacias de pequeno porte oferecem melhores condições para compreender todas as suas variáveis) e principalmente por não conterem atividades urbanas e industriais.

Em termos climáticos, ambas estão situadas sob condição de clima tropical (Zavatini; Cano, 1993; Santana Neto; Tomazelli 2009), além disso, apresentam semelhantes usos da terra, que englobam, na atualidade, áreas agrícolas, silvícolas, de pastagem e com poucos remanescentes da vegetação original (Spatti Junior et al 2019, Dias, 2020). Tais usos acarretam para ambas as bacias impactos na qualidade das águas superficiais e implicam também na morfodinâmica, resultado de em um aumento dos processos erosivos laminares e lineares, os quais respondem por elevada carga sedimentar que chega aos cursos d'água que alimentam o rio principal da bacia.

Diante disso, o objetivo deste trabalho é mostrar o resultado de pesquisas já concluídas e em atual estágio de desenvolvimento sobre as atuais taxas de denudação dos arenitos na bacia sedimentar Paraná no estado de São Paulo utilizando dados do fluxo de sólidos em suspensão e dissolvidos, bem como pela correção dos aportes atmosféricos, além disso são utilizados dados da densidade dos solos e das rochas.

Figura 1: Mapa de localização das áreas estudadas no contexto geológico, geomorfológico e topográfico do estado de São Paulo



Fonte: Spatti Junior et al 2019.

METODOLOGIA

Amostragem e técnicas analíticas aplicadas para avaliação da concentração e transporte de sedimentos



É possível obter a concentração e transporte dos sólidos totais através do monitoramento da carga sedimentar suspensa e dissolvida, bem como da vazão. Para tanto, a concentração medida de sólidos dissolvidos (STD) utilizou uma sonda multiparâmetros *YSI modelo ProQuatro®* com leitura direta no corpo d'água. A concentração de sólidos totais é realizada em laboratório, sempre em triplicata, dos sólidos totais através do seguinte cálculo:

$$ST = ((P_d - P_a) / V_e) - STD \quad (1)$$

Onde:

ST = Sólidos totais a 105° C (ppm);

P_d = Peso do frasco após a secagem da amostra (mg)

P_a = Peso do frasco seco antes da colocação da amostra (mg)

V_e = Volume total da amostra evaporada (L)

A vazão no ponto de amostragem será medida utilizando-se uma trena, um objeto flutuador e um cronômetro, sendo as variáveis colocadas posteriormente na seguinte equação:

$$Q = \frac{A \times D}{T} \quad (2)$$

Onde:

Q = vazão (m³/s);

A = área da seção transversal do rio (m²);

D = distância usada para medir a velocidade do rio (m);

T = tempo (s) gasto pelo objeto flutuador para atravessar a distância D.

Taxas de Denudação

Lerman et al. (2007) propôs a dinâmica química de um rio através da Equação 3, a qual permite obter o fluxo anual de material removido pelo intemperismo químico (W_q em t/km²/ano) a partir da concentração de STD e a vazão anual da bacia hidrográfica de estudo (Q_{anual}), descontando-se somente o aporte atmosférico em áreas onde a poluição pontual ou difusa não é significativa. O aporte atmosférico pode ser obtido usando a concentração de STD nas águas pluviais e a pluviosidade anual (P_{anual}). Com o uso da densidade das rochas (ρ_r em g/cm³) e o fluxo anual de material removido W_q , a taxa de intemperismo químico das rochas (H_q em m/Ma) em uma bacia hidrográfica pode ser calculada pela Equação 4.

$$W_q = \frac{[STD] \cdot Q_{anual}}{s} - [STD] \cdot P_{anual} \quad (3)$$

$$H_q = \frac{wq}{\rho r} \quad (4)$$

O fluxo anual de material removido e transportado na bacia por unidade de área (W_m em $t/km^2/a$) pode ser determinado pelo uso da Equação 5, considerando a concentração de STS. Já a taxa de erosão mecânica (H_m em m/Ma) é obtida pelo uso Equação 6, a qual considera a densidade dos solos (ρ_s em g/cm^3).

$$W_m = \frac{[STS] \cdot Q_{anual}}{S} \quad (5)$$

$$H_m = \frac{W_m}{\rho_s} \quad (6)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados dos da vazão, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e sólidos totais em suspensão para as águas fluviais dos ribeirões Monjolo Grande e 1º de Maio. A condutividade elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro é importante, pois está diretamente relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Um dos fatores que podem influenciar a condutividade elétrica nos corpos d'água é a formação geológica da área em questão. Embora sejam arenitos, as origens e idades são distintas, enquanto os arenitos do grupo São Bento (predominantes no ribeirão Monjolo Grande) apresentam uma sequência de deposição predominantemente eólica ainda atrelado ao supercontinente gondwana, os arenitos do grupo Bauru, apresentem ambiente de deposição atrelados a rios meandantes e leques aluviais em ambiente semiárido, apresentando uma matriz cimentante com elevado teor de carbonatos, cujo intemperismo eleva a quantidade de sólidos totais dissolvidos nas águas. Como efeito de diluição, quando há uma maior entrada de chuva, há também uma diminuição da concentração de sólidos dissolvidos (TDS). O aumento da vazão, causado pelo aumento das chuvas, faz com que ocorra maior erosão nas vertentes e consequentemente o aporte de material à drenagem, aumentando a concentração de sólidos totais em suspensão (TSS). Como a pesquisa envolvendo o ribeirão 1º de Maio ainda está em fase de tomada de dados, alguns elementos ainda serão fundamentais na pesquisa, tais como a análise mineralógica das rochas e solos.

Tabela 1:						Resultados
mensais	Mês de	Vazão	Condutividade	TDS	TSS	obtidos
nas duas bacias	amostragem	(m³/s)	(µS/cm)	(mg/L)		
hidrográficas	Ribeirão Monjolo Grande					
	jan/15	1,8	31	50,5	40	
	fev/15	1,5	37	57,1	25	
	mar/15	1,4	42	59,4	13	
	abr/15	0,8	45	62	11	
	mai/15	0,8	45	66,8	8	
	jun/15	1,2	43	60,8	12	
	jul/15	0,4	41	59,9	4	
	ago/15	0,4	52	70,2	4	
	set/15	0,3	54	70,9	7	
	out/15	0,5	52	61,7	6	
	nov/15	0,4	41	53,4	13	
	dez/15	0,5	38	57,9	32	
	Ribeirão 1º de Maio					
	ago/24	0,1	148,0	100,4	17,6	
	set/24	0,1	142,0	101,1	6,9	
	out/24	0,2	170,0	109,7	18,3	
	nov/24	0,2	189,0	101,2	32,1	
	dez/24	0,3	187,5	110,2	83,8	
	jan/25	0,3	181,1	98,1	72,9	
	fev/25	0,1	144,2	100,3	11,2	
	mar/25	0,2	130,7	85,4	94,6	
	abr/25	0,4	72,5	50,5	374,5	
	mai/25	0,3	166,2	121,3	53,6	
	jun/25	0,2	161,1	136,9	15,1	

Utilizando os dados de vazão, foi possível calcular os dados do fluxo específico de elementos dissolvidos, adicionados à drenagem via processos intempéricos de minerais como a caulinita, microclínio, albita e ilita, que compõe a bacia do Ribeirão Monjolo Grande, descontando-se os aportes atmosféricos (Wq) apresentando um total de 46,70 ton/Km²/ano. Com uma densidade de 2,65 g/cm³ para as rochas sãs e 1,8 g/cm³ no horizonte C, obteve-se uma velocidade de intemperismo da rocha, ou taxa de erosão química, de 1,73 m/Ma na bacia do Ribeirão Monjolo Grande.

No Brasil, estudos conduzidos na bacia Amazônica por Mortatti & Probst, (2003) estimaram uma taxa de 15m/Ma utilizando métodos de desequilíbrio isotópico do Urânio.



Moreira-Nordemann (1980) determinou uma taxa de intemperismo químico de 40 m/Ma para rochas metamórficas no sul da Bahia também por métodos isotópicos do urânio. Bonotto et al. (2007) no Morro do Ferro, Minas Gerais, calcularam uma taxa de 15 m/Ma para rochas alcalinas em Poços de Caldas. Sardinha et al. (2010) calcularam uma taxa de 14 m/Ma para rochas ígneas e metamórficas na bacia do alto Sorocaba. Conceição et al. (2015) obtiveram uma taxa de 6 m/Ma para rochas basálticas da formação Serra Geral na bacia do Paraná sob condições climáticas tropicais. Utilizando, também, os dados de vazão, foi possível calcular os dados do fluxo específico de sólidos suspensos, adicionados à drenagem através dos processos erosivos laminares e lineares ao Ribeirão Monjolo Grande, sendo obtido um valor de 17,05 t/km²/ano. Com a densidade dos solos calculada em 1,2 g/cm³ a erosão mecânica promove a remoção de 14,2 m dos horizontes superficiais de solo e das camadas superiores de rocha a cada 1 milhão de anos, sendo que tais números refletem a quantidade de material removido sob as atuais condições de temperatura e para condições de uso da terra atuais.

As taxas apresentadas para o ribeirão Monjolo Grande mostram grande desequilíbrio entre o desenvolvimento do perfil de intemperismo (representado pelas taxas de erosão química) e a remoção dos horizontes superficiais dos solos. Tais valores refletem processos naturais (intemperismo e erosão) entretanto refletem também uma razão amplificada dos processos erosivos em função do uso da terra. O predomínio da fração areia em detrimento do complexo coloidal (que é responsável pela maior agregação, estabilidade dos agregados e percolação da água, evitando o deflúvio acelerado) certamente é um fator preponderante na deflagração dos processos erosivos, em especial em áreas de pastagem. Nesse caso, o adensamento do solo pelo pisoteio do gado resulta na diminuição dos macroporos, preenchidos pela argila eluviada, comprometendo a entrada do ar e da água.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora ainda em fase de obtenção dos dados primários, a bacia do ribeirão 1º de maio mostra dados mais elevados tanto de sólidos dissolvidos como sólidos em suspensão. Ambas as bacias apresentam semelhante uso da terra e mesmas características climáticas. Entretanto, os valores mais elevados de sólidos dissolvidos podem estar associados à composição litológica e à maior presença de carbonatos como agente cimentante dos grãos de quartzo. A elevada decomposição de carbonatos pode, além de aumentar a concentração de sólidos dissolvidos, diminuir a coesão entre os grãos, deixando o solo mais susceptível à desagregação. Entretanto, tais respostas virão posteriormente com um volume maior de dados do transporte específico de sólidos, bem como da geoquímica dos solos e rochas da bacia.



AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fapesp pela concessão de apoio financeiro através dos projetos: 2011/08133-4; 2024/04233-4 e 2024/17198-2.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim Instituto Geográfico e Geológico**, v. 41, p.167-263, 1964

BONOTTO, D.M.; FUJIMORI K.; MOREIRA-NORDEMANN, L.M. Determination of weathering rate of the Morro do Ferro Th-REEs deposit, Brazil using U-isotope method. **Applied Radiation and Isotopes**, v. 65, p. 474-481, 2007.

ANDREOZZI, S. L. **Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas: uma abordagem pelos caminhos da sustentabilidade sistêmica**: Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas: Rio Claro. 2005.

CONCEIÇÃO, F. T.; SANTOS, C.M.; SARDINHA, D.S; NAVARRO, G.R.B.; GODOY, L.H. Chemical weathering rate, denudation rate, and atmospheric and soil CO₂ consumption of Paraná flood basalts in São Paulo state, Brazil. **Geomorphology**, v. 233.2015

CORRÊA, E. A. **Perdas de solos e índices de vegetação: proposta metodológica para a determinação do fator C (MEUPS) em pastagens e cana-de-açúcar**. 187 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2016.

DIAS, M.B.G. **A aplicação da abordagem geotecnogênica no entendimento das transformações da paisagem na bacia hidrográfica do Rio Mandaguari, Oeste Paulista-Brasil**. 233 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2020.

DUPRÉ, B.; DESSERT, C.; OLIVA, P.; GODDÉRI, Y.; VIERS, J.; FRANÇOIS, L.; MILLOT, R.; GAILLARDET, J. Rivers, chemical weathering and Earth's climate. **C. R. Geoscience**, v. 33 p. 1141-1160.

GAILLARDET, J.; DUPRÉ, B.; LOUVAT, P.; ALLÈGRE, C.J. Global silicate weathering and CO₂ consumption rates deduced from the chemistry of large rivers. **Chemical Geology**, v.159 p. 3-30. 1999.

LERMAN, A.; WU, L.; MACKENZIE, F.T. CO₂ and H₂SO₄ consumption in weathering and material transport to the ocean, and their role in global carbon balance. **Marine Chemistry**, v.106, p. 326-350. 2007.

MOREIRA-NORDEMANN L.M. Use of ²³⁴U/²³⁸U disequilibrium in measuring chemical weathering rate of rocks. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 44, p.103-108, 1980.



MORTATTI, J. **Erosão na Amazônia : processos, modelos e balanços.** Tese (Livre Docência) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP. Piracicaba. 1995.

MORTATTI, J. ; PROBST, J.L. Silicate rock weathering and atmospheric/soil CO₂ uptake in the Amazon basin estimated from river water geochemistry: seasonal and spatial variations. **Chemical Geology**, v. 197, n.1-4, 2003.

SANT'ANNA NETO, J. L.; TOMMASELLI, J. T. G. **O Tempo e o Clima de Presidente Prudente.** Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2009.

SARDINHA, D.S., BONOTTO, D.M., CONCEIÇÃO, F.T., Weathering rates at Alto Sorocaba basin, Brazil, using U-isotopes and major cations. **Environmental Earth Science** 61, 1025–1036. 2010

SPATTI JÚNIOR, E.P.; DA CONCEIÇÃO, F.T.; MENEGÁRIO, A.A.; FERNANDES, A.M.; SARDINHA, D.D.S. The fertilizer-effect on Al, Ba, Fe, Mn and Ni released in a watershed with influence of sugar cane crops in the São Paulo state, Brazil. **J. Water Resour. Prot.**, 11, 638–650. 2018.

SPATTI JÚNIOR, E.P.; DA CONCEIÇÃO, F.T.; FERNANDES, SARDINHA, D.S; A.M. MENEGÁRIO, A.A.; MORUZZI, R.B. Chemical weathering rates of clastic sedimentary rocks from the Paraná Basin in the Paulista Peripheral Depression, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, 96, 102369. 2019.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. (orgs) . **Decifrando a Terra.** Oficina de Textos, São Paulo. 2000.

TRICART, J. – Ecodinâmica. Rio de Janeiro: FIBGE , Secretaria de Planejamento da Presidência da República, 1977. 97p.

WALSH, C. J. Urban impacts on the ecology of receiving waters: a framework for assessment, conservation and restoration. **Hydrobiologia**, 431: 107–114. 2000.

ZAINE, J. E. **Geologia da formação Rio Claro na folha de Rio Claro (SP).** Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista .90pg. (Dissertação de Mestrado). 1994.

ZAVATINI, J. A.; CANO, H. Variações do ritmo pluvial na bacia do rio Corumbataí _ SP. **Boletim de Geografia Teorética**, v.23, p.215-240, 1993.

