

## Avaliação preliminar do transporte de sólidos pelo córrego Pau Amarelo: Reserva Biológica de Duas Bocas - ES.

Adriano Perrone\* & Gilberto Fonseca Barroso\*\*

UFES - Universidade Federal do Espírito Santo  
Departamento de Geografia\*  
Departamento de Ecologia e Recursos Naturais\*\*  
29060-900 - Vitória - ES  
fonseca@npdl.ufes.br

**Abstract:** The drainage basin of Pau Amarelo stream is located at the area of Duas Bocas Biological Reserve, 2,910 ha in low mountain tropical forest. This stream is principal tributary in a water supply reservoir. The importance of this stream is related within a relevant sub basin of Santa Maria da Vitória watershed, the principal river to the City of Vitória. The study of morphometry, flow and particulate-dissolved material in Pau Amarelo stream demonstrated a low quantity of transported material. The relative uniformity of the flow and exported material by the stream is probably high influenced by the vegetation cover conservation.

### Introdução

O conhecimento das características fluviais é importante não somente no que concerne aos recursos hídricos, como também do ponto de vista do controle da erosão, hidrodinâmica, sedimentologia e ainda, em relação aos aspectos ecológico e de planejamento e zoneamento a nível de bacias hidrográficas.

Os rios são de tal modo importantes na vida do homem, pois, as antigas civilizações floresceram às margens dos grandes sistemas lóticos, sem considerar as particularidades físicas, químicas e biológicas destes ambientes. A ênfase pela produção de alimento, saúde, bem estar e de ajustar-se socialmente, tem exigido do homem a alteração da natureza através das mais variadas intervenções (Zaluf, 1975). Para a recuperação e planejamento de áreas degradadas, têm sido propostas abordagens que visem o conhecimento da estrutura e funcionamento das áreas naturais e semi-naturais.

Considerando-se a bacia hidrográfica como unidade de estudo, a determinação da exportação de sedimentos, e sólidos em suspensão e dissolvidos, por sistemas de águas correntes poderá gerar informações sobre o estado de conservação dos ecossistemas à montante. Nessa perspectiva, o monitoramento e o planejamento deverão visar uma política de atuação e programas integrados de gerenciamento ambiental (Pires e Santos, 1995).

Apesar das peculiaridades de cada bacia hidrográfica, em termos de geologia, topografia, clima, cobertura vegetal, ocupação do solo e morfometria, os estudos sobre a dinâmica sedimentar deveriam enfatizar os ambientais naturais, afim de gerar diretrizes para conservação e recuperação de bacias com características ambientais semelhantes.

Neste contexto, este estudo objetivou quantificar o total de sólidos transportados pelo córrego Pau Amarelo, situado na Reserva Biológica (REBIO) de Duas Bocas. Este sistema lótico constitui o principal tributário do rio Duas Bocas, o qual faz parte da Bacia do rio Santa Maria da Vitória (Figura 1).

A REBIO de Duas Bocas, localiza-se dentro da Grande Vitória, na parte centro-oeste do Município de Cariacica. A localização geográfica desta unidade de conservação situa-se nas coordenadas 20° 18' S e 40° 32' W, abrangendo uma área de 2.910 ha. A cobertura vegetal é composta principalmente por Mata Atlântica baixo montana, com características primitiva e secundária, possuindo também áreas de antigas pastagens em estado de regeneração. A região é composta por rochas gnáissicas migmatizadas (Machado Filho et. alli., 1983), sendo a altimetria situada entre as cotas de 200 a 800 m. De acordo com a EMBRAPA (1978), ao sul ocorrem solos Litólicos eutróficos, e no extremo norte, Latossolo Vermelho-Amarelo. O clima local é do tipo tropical úmido (DEE, 1994), sendo a temperatura média anual de 23,8°C, e a precipitação média anual de 1.288 mm.

Esta unidade de conservação apresenta-se relativamente bem preservada, sendo adequada para o levantamento de informações básicas sobre a dinâmica de material transportado por meio fluvial e o efeito de proteção do solo pela floresta. Para melhor compreensão do ambiente estudado foram realizados estudos morfométricos e pluviométricos, juntamente com a carga de sólidos transportados pelo córrego Pau Amarelo, que deságua no reservatório da CESAN (Companhia Espiritosantense de Saneamento).

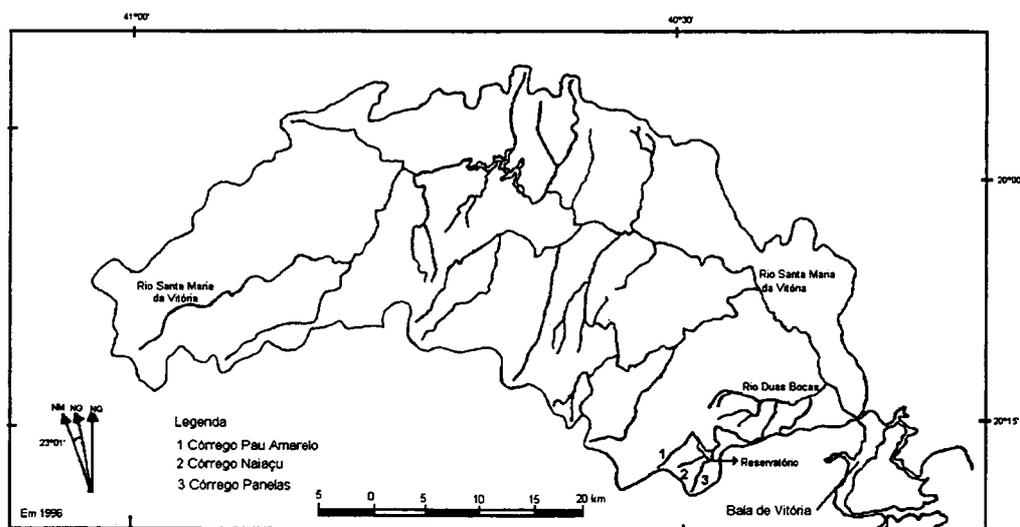


Figura 1: Bacia hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória, tendo em destaque o rio Duas Bocas.

### Metodologia

As amostragens de campo foram realizadas em duas seções do curso médio-inferior do córrego, durante 6 campanhas, visando a obtenção de amostras de água para análise de sólidos. As análises referente à concentração de sólidos foram obtidos no Laboratório de Pesquisa do Departamento de Ecologia e Recursos Naturais - UFES. Foram realizadas ainda, medições complementares dos seguintes parâmetros físico-químicos: pH, condutividade elétrica da água e oxigênio dissolvido.

Para se determinar os parâmetros morfométricos da bacia do Córrego Pau Amarelo foram utilizadas, como base, cartas do Brasil - IBGE/SEAG - ES, 1978, de escala de 1:50.000. As fórmulas utilizadas para determinação da densidade de rios, densidade de drenagem e coeficiente de manutenção, basearam-se em Christofletti (1980). A determinação da declividade, baseou-se em Barbosa et. alii., (1992), através do uso de material cartográfico na escala de 1:10.000 (Carta Planialtimétrica do ITCF).

Os valores de vazão do córrego ( $m^3/s$ ) foram determinados, por ocasião das amostragens de água. O cálculo destes valores foi feito conforme Davis (1938 apud Wetzel & Likens, 1991).

As concentrações de Sólidos Totais em Suspensão (STS) e de Sólidos Totais (ST), representadas em  $mg/l$ , foram obtidas pelo método gravimétrico, conforme APHA (1989). Já a concentração de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) foi determinada através do Condutivímetro de campo Sprite 6000. Para a determinação do Sólidos Totais Exportados (STE) foi utilizada a seguinte fórmula:

$$STE (mg/s) = ST (mg/l) \times VAZÃO (m^3/s)$$

### Resultados e Discussão

A densa cobertura vegetal, proporciona uma grande estabilidade geomorfológica (Tricart, 1976), além de influenciar na dinâmica hidrológica (Pontes, 1987), sedimentar (Queiroz Neto, 1989) e ecológica. Estas influências condicionam a capacidade de infiltração de água no solo da bacia, que segundo Christofletti (1980), é inversamente proporcional à densidade de drenagem. Deste modo, quanto maior a infiltração menor será a densidade de drenagem.

A Bacia do córrego Pau Amarelo, com uma área de 1.516 ha e com 6,5 km de extensão para o canal principal (4º ordem hierárquica), apresenta uma baixa densidade de drenagem (0,002 m), o que indica uma grande capacidade de infiltração, provavelmente, devido a presença da densa cobertura vegetal e pouca influência antrópica na área de estudo.

O coeficiente de densidade de rios é de grande relevância para se obter a capacidade de gerar novos cursos d'água (Christofletti, op cit.). Para a bacia em questão, o valor obtido é de 1,8 rios por  $km^2$ , com uma magnitude de drenagem de 27 cursos d'água. Christofletti (op cit.), citou o coeficiente de manutenção como um dos valores numéricos fundamentais para caracterização de bacias de drenagem, pois este índice demonstra a área de drenagem necessária para manutenção de 1 metro de canal. O índice encontrado para a bacia em estudo foi de 50 ha de área de drenagem para cada metro do canal.

Na Bacia do córrego Pau Amarelo, as classes de declividade predominantes foram de 20% à 40% e de 40% à 70%, seguida pela classe inferior a 20%, e em menor proporção a classe superior a 70% de declive. Segundo Maciel & Luiz (1993), quanto maior a declividade, maior será a perda de solo, desta forma a destruição das terras cultiváveis pela erosão será mais elevada que o limite de tolerância. Isto é, valores superiores do que a perda de solo em áreas de cobertura vegetal nativa.

De um modo geral, a declividade local é acentuada, porém a localização dos pontos amostrais situou-se em seções de declividade relativamente reduzida. Este fato, junto com a proteção do solo pela vegetação exerce influência sobre a reduzida concentração de sólidos, particulados e dissolvidos, no córrego Pau Amarelo. Os valores médios obtidos foram de  $1,0 \pm 0,4$  mg/l para STS,  $24,9 \pm 4,2$  mg/l para STD e  $43,0 \pm 7,2$  mg/l para ST. A uniformidade relativa destes dados pode ser verificada pelos baixos coeficientes de variação (Tabela 1).

Para um total de oito amostragens mensais, os parâmetros físico químicos complementares também apresentaram uma baixa variabilidade, como o pH neutro a ligeiramente alcalino (média de  $7,7 \pm 0,9$ , coeficiente variação de 11,5%) e a baixa condutividade da água ( $38,0 \pm 5,6$   $\mu$ S/cm, coeficiente variação de 14,7%). Enquanto o parâmetro o oxigênio dissolvido apresentou elevada a concentração 9,0 mg/l (108,7% de saturação).

Na Tabela 1 também são apresentados os valores referentes à vazão do córrego Pau Amarelo, com a média de  $0,14 \pm 0,02$  m<sup>3</sup>/s. O coeficiente de variação deste parâmetro foi de 14 %. A pequena variação deve-se em parte a grande capacidade de retenção de água no solo, possibilitando uma maior infiltração. Esta influência pode resultar numa considerável percolação da água subsuperficial e diminuição do escoamento superficial, condicionando uma pequena alteração no volume de água no córrego.

Tabela 1: Análise estatística descritiva dos parâmetros estudados no córrego Pau Amarelo.

Parâmetros	mín	máx	amplitud e	média	desvio padrão	coef. de variação (%)	n
vazão (m <sup>3</sup> /s)	0,12	0,17	0,05	0,14	0,02	14	8
STS (mg/l)	0,4	1,5	1,1	1,0	0,4	40	6
STD (mg/l)	22,6	33,3	10,7	24,9	4,2	20	6
ST (mg/l)	34,5	53,6	19,1	43,0	7,2	20	8
STE (mg/s)	4.171,0	8.848,5	4.677,5	6.196,3	1.691,5	30	8

Há de se lavar em conta um período de estiagem (Tabela 2), ocorrido nos meses de janeiro e fevereiro de 1995, como influência sobre a baixa variação da vazão, concentração e exportação de sólidos.

Tabela 2: Dados obtidos junto a Estação Meteorológica da Viana (Faz. Experimental da EMCAPA) no período de 12 anos (1982 à 1994), e aos totais mensais de chuva (mm) referente ao período de estudo (Per. Est.) de agosto de 1994 à maio de 1995.

MÊS	82-94	Per. Est.
ago	89,0	29,0
set	121,0	55,0
out	145,6	101,4
nov	202,7	104,8
dez	204,0	120,8
jan	179,2	12,4
fev	82,7	14,0
mar	180,1	131,2
abr	108,8	112,8
mai	77,3	51,6

Vários autores como Drago (1977) estudando o Rio Paraná (Argentina), Albuquerque (1992) e Barroso (1994) o Rio Mogi-Guaçu (SP), Henry (1992) o Rio Paranapanema (SP) e Santos & Cassetti (1993) o Ribeirão João Leite (GO), encontraram valores de concentrações de sólidos bem superiores aos obtidos no córrego Pau Amarelo. Mesmo não podendo utilizar estes estudos como base, devido às diferentes características físicas destas regiões, bem como as distintas dimensões da área de drenagem, pode-se presumir uma nítida diferença, quando se trata de ambientes intensamente ocupados pelo homem, em relação aos sistemas de drenagem cuja cobertura vegetal encontra-se bem preservada e conservada.

Da análise da Figura 2 percebe-se que o comportamento do STE em relação à pluviosidade é condicionado pelos períodos úmido e de estiagem. Com o término do período chuvoso (dezembro de 1994) pode-se constatar uma redução do transporte de material sólido (particulado e dissolvido) pelo córrego. Porém, com as chuvas de março de 1995 houve um relativo incremento no STE. Provavelmente, isso decorre da seca edáfica nos meses de janeiro e principalmente,

fevereiro, quando a água da chuva é incorporada a umidade do solo. Este fato pode ser verificado pela redução da vazão no mês de janeiro ( $0,17\text{m}^3/\text{s}$ ) para o

mês de fevereiro ( $0,12\text{m}^3/\text{s}$ ) e o incremento no mês de março ( $0,15\text{m}^3/\text{s}$ ), acompanhando, assim o índice pluviométrico regional.

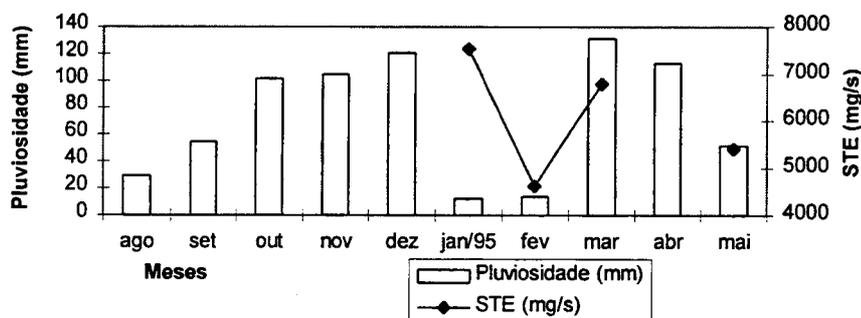


Figura 2: Representação da pluviosidade total mensal (mm) e dos Sólidos Totais Exportados (STE em mg/s) pelo córrego Pau Amarelo.

Gottshalk (1964 apud Branco & Rocha, 1977), enfatizou que nem todo material erodido, chega até o manancial, pois parte é retido por armadilhas naturais. Desta modo, quanto maior a área da bacia maior será a retenção deste material. Esse efeito é incrementado quando a cobertura vegetal é mantida em sua condição mais natural possível. De outro modo, grande parte do material erodido chegará até o corpo fluvial reduzindo assim, a vocação para os usos múltiplos dos sistemas aquáticos continentais. A determinação temporal da concentrações de sólidos em ambientes lóticos, através de um monitoramento, constitui uma importante ferramenta para o entendimento da dinâmica sedimentar, gerando assim subsídios para o gerenciamento de bacias hidrográficas.

### Conclusão

O comportamento meteorológico apresentou-se mais seco que o normal regional, contribuindo para uma pequena fração de sólidos transportados, bem como um menor aporte de água para o reservatório da REBIO de Duas Bocas.

A pequena quantidade de sólidos transportados pode estar associada aos fatores de proteção do solo (declividade moderada nos pontos amostrais e a uma densa cobertura vegetal), mesmo considerando-se a acentuada declividade da bacia à montante dos pontos amostrais.

A exportação de sólidos, tanto totais quanto em suspensão, foram baixas. As concentrações dos Sólidos Totais, variaram de acordo com os índices de vazão, e com a pluviosidade.

O potencial de uso do solo varia de acordo com o tipo de uso e de como o homem apropria-se dele. Com base neste conceito, este estudo evidenciou a dinâmica sedimentar em uma unidade de conservação, visando

gerar subsídios para propostas de manejo nos ambientes de condições geológicas, climáticas, morfométricas e de cobertura vegetal similares, bem como para a Reserva Biológica de Duas Bocas.

O conhecimento prévio da cobertura vegetal, dos parâmetros climáticos e morfométricos, é de vital importância para que o homem transforme um "espaço natural" em um "espaço geográfico". A falta de entendimento e o descaso para com estes fatores poderá levar a um desequilíbrio do ambiente, e conseqüentemente a um comprometimento do uso sustentável dos recursos naturais.

### Referências Bibliográficas

- APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 17th edition, American Public Health Association. Washington. 1989.
- ALBUQUERQUE, A. L. S. *Composição e fluxo do material particulado transportado pelo Rio Mogi-Guaçu, na planície de inundação da Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio - SP. Dissertação de Mestrado*. PPG-ERN. UFSCar. São Paulo. 1992.
- BARBOSA, C. A., DADALTO, G. G. & SATORI, M. *Classes de declividade das terras do Espírito Santo*. Aracruz Celulose. Vitória. 1992.
- BARROSO, G. F. *Sistema de avaliação de habitats aquáticos. Estudo de caso: Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP. Dissertação de Mestrado*. PPG-ERN. UFSCar. São Paulo. 1994.
- BRANCO, S. M. & ROCHA, A. A. *Poluição, proteção e usos múltiplos de represas*. São Paulo. CETESB. 185 p.1977
- CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. 2a edição. Edit. Edgard Blucher. São Paulo. 1980.

- DEE - Departamento Estadual de Estatística. *Informações Municipais do Estado do Espírito Santo. V.2.* SEPLAE. Vitória. 1994.
- DRAGO, E. C. Erosion y sedimentacion en un tramo de cauce del Rio Paraná Médio (República Argentina). *Asociacion Geol. Arg. Rev. XXXII* (4):277-290. 1977.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e conservação de Solos. *Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Espírito Santo.* Rio de Janeiro, SNLCS (Boletim Técnico, 45). 1978.
- HENRY, R. A exportação de nutrientes e material em suspensão em alguns cursos de água na Bacia do Alto Paranapanema (Estado de São Paulo). *Acta Liminol. Brasil. Vol.IV.67-79.* 1992.
- MACHADO FILHO, L.; RIBEIRO, M. W.; GONZALES, S. R.; SCHEENINI, C. A.; SANTOS NETO, A.; PALMEIRA, R. C. B.; PIRES, J. L.; TEIXEIRA, W. & CASTRO, H. E. F. *Geologia.* In: BRASIL - Ministério das Minas e Energia. PROJETO RADAMBRASIL, Folhas SF. 23/24, Rio de Janeiro/Vitória; geologia. Rio de Janeiro. 1983.
- MACIEL, M. M. F. & LUIZ, G. C. Limite de tolerância e previsão de perdas de solos da Bacia Ribeirão João Leite - Goiânia - GO. *Anais. V Simpósio de Geografia Física Aplicada.* São Paulo. 1993.
- PIRES, J.S.R. & SANTOS, J.E. Bacias Hidrográficas: Integração Entre Meio Ambiente e Desenvolvimento. *Ciência Hoje.19(110):40-45.* 1995
- PONTES, J. A. L. Serra da Tiririca, RJ - Necessidade de conservação (1º contribuição). *Bol. FBCN.22:89-99.* Rio de Janeiro. 1987.
- QUEIROZ NETO, J. P. Vegetação - Fator de proteção ao solo. *Anais. 2º Encontro Nacional de Estudos Sobre Meio Ambiente.* UFSC. Florianópolis. 1989.
- SANTOS, M. H. M. S. & CASSETI, W. Considerações hidrosedimentométricas na bacia do Ribeirão João Leite - Goiânia -GO. *Anais do V Simpósio de Geografia Física Aplicada.* São Paulo. 1993.
- TRICART, J. A geomorfologia nas estudos integrados de ordenação do maio natural. *Bol. Geogr., 34(251):15-42.* 1976.
- WETZEL, R. & LIKENS, G. E. *Limnological analyses.* Ed. Springer-Verlag. New York. 1991.
- ZALUF, W. E. Uso do solo e proteção do meio ambiente. *Anais, Encontro Nacional sobre a Proteção e Melhoria do Meio Ambiente.* Vol. II. Brasília. 1975.