

# RESULTANTES GEO-HIDROECOLÓGICAS DO CICLO CAFEEIRO (1780-1880) NO MÉDIO VALE DO RIO PARAÍBA DO SUL: UMA ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA

Marcelo Eduardo Dantas<sup>1</sup>

Ana Luiza Coelho Netto<sup>2</sup>

## RESUMO

O ciclo cafeeiro representou um período de intensa atividade morfodinâmica, proveniente do desflorestamento generalizado. No Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, este ciclo econômico perdurou por aproximadamente 100 anos (1780-1880). Documentos históricos, datações por radiocarbono e mensurações por volumetria dos fundos de vales associados à época do café, forneceram informações sobre o impacto ambiental, particularmente associado a processos de natureza climática e hidro-erosiva, tanto no domínio de encostas, quanto no domínio fluvial. O desflorestamento introduziu um período seco de até 6 meses e também um incremento da frequência de chuvas intensas, particularmente no verão. Ao longo da bacia do rio Piracema, taxas de sedimentação atingiram a marca de 70.000 m<sup>3</sup>/km/ano. Transferindo este volume para as áreas-fonte, obtém-se um rebaixamento estimado do relevo da ordem de 7,5 cm de profundidade, resultando na remoção do horizonte A das vertentes, rico em matéria orgânica e demonstrando, assim, o efeito devastador deste tipo de atividade econômica, o que resulta numa paisagem extremamente degradada.

## ABSTRACT

The coffee cycle represented a period of intense morphodynamic activity, proceeding by a general deforestation. On the Paraíba do Sul Middle Valley, this economic cycle lasted 100 years approximately (1780-1880). Historical documents, radiocarbon dates and volumetric measurements of the valley fills correlated from the coffee time, have provided informations on the environmental impact, particularly associated with climatic and hydro-erosive processes both on the hillslopes and fluvial domains. Deforestation introduced a drought period up to 6 months and also to an increasing frequency of intense rainstorms, particularly in the summer. Along the Piracema river valley, sedimentation rates attained about 70,000m<sup>3</sup>/km/year. Transferring this volume to the source-area on the hillslopes, it gives an estimate relief downwearing around 7,5 cm depth, resulting on the removal of the organic rich A horizon and showing so, the catastrophic effect of this economic activity, resulting in an extremely wasted degraded landscape.

## 1) INTRODUÇÃO

A intervenção antrópica nos ecossistemas florestais de regiões tropicais manifesta-se de diversas formas, sob diferentes magnitudes e em momentos históricos distintos. A forma mais direta de intervenção antrópica verifica-se na contradição entre os centros urbanos e os

<sup>1</sup> MSc., Prof. Substituto - Depto. Geografia/UFRJ.

<sup>2</sup> PhD., Coordenadora do GEOHECO. Depto. Geografia/UFRJ. Pesquisador I/CNPq.

econômicos dos pólos urbano-industriais por meio de frentes pioneiras, fronteiras agrícolas, ou mesmo na reprodução no espaço de suas funções econômicas. Este avanço da fronteira econômica implicou necessariamente no desmatamento de florestas nativas em grande escala (Dantas e Coelho Netto, 1993).

Diversas metodologias foram propostas visando mensurar o impacto erosivo da atividade antropogênica sobre um determinado ambiente, principalmente através da prática agrícola. Desta forma, muitas pesquisas mensuraram, numa escala pontual, taxas de erosão e tempo de vida útil dos solos por meio de parcelas experimentais, microtopografia, flumes em laboratório e simuladores de chuva, dentre outras técnicas, para determinar o comportamento de um solo exposto à prática agrícola ou ao desmatamento (Dunne & Leopold, 1978; De Ploey & Gabriels, 1980, dentre outros). Este estudo visa aliar à análise funcional predominante na literatura, uma análise de reconstituição histórica, como uma contribuição mais abrangente no espaço e no tempo, da mensuração da magnitude de uma intervenção antropogênica sobre um determinado ambiente.

Neste trabalho, procura-se detectar, avaliar e quantificar os impactos ambientais resultantes da intervenção humana no médio vale do rio Paraíba do Sul, num enfoque geo-hidroecológico, enfatizando, desta forma, uma análise integrada das alterações no comportamento hidrológico e erosivo, promovidas no ciclo cafeeiro.

## 2) ÁREA DE ESTUDO E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Os estudos vêm sendo conduzidos na bacia do rio Piracema, afluente do rio do Bananal, o qual drena a vertente norte da Serra da Bocaina em direção à calha do rio Paraíba do Sul, abrangendo os municípios de Bananal (SP) e Barra Mansa (RJ) (FIGURA 1).

A área de estudo mostra um relevo fortemente influenciado pelos condicionantes litostruturais, incluindo dois compartimentos topográficos principais: a zona montanhosa e a zona de colinas (Almeida *et al.*, 1991). As colinas apresentam uma geometria predominantemente convexa, embora nas formas côncavas, de menor representatividade espacial, concentram-se as maiores taxas locais de erosão (Oliveira & Meis, 1985; Avelar & Coelho Netto, 1992). As unidades côncavas do relevo também constituem as principais zonas de deposição de sedimentos, revelando-se como uma feição morfológica altamente dinâmica,

marcada por alternâncias dos eventos erosivos e deposicionais no decorrer do tempo (Moura *et al.*, 1991).

Leques alúvio-coluviais provenientes da dinâmica hidro-erosiva das encostas, interdigitam-se ou superpõem-se com os depósitos fluviais que preenchem os fundos de vales principais, por meio de dois níveis de acumulação de sedimentos fluviais (Moura & Mello, 1991; Dantas, 1995). O nível inferior geralmente corresponde à planície de inundação e tem idade aproximada de 200 anos, segundo datações por radiocarbono (Coelho Netto *et al.*, 1994), sendo correlacionado, por estes autores, ao ciclo cafeeiro.

Com base na análise morfológica dos fundos de vales principais da bacia do rio Bananal, registram-se uma sucessão de alvéolos e estrangulamentos, sendo estes últimos associados à ocorrência de níveis de base locais ("knickpoints") (Dantas & Coelho Netto, 1991). Eirado Silva *et al.* (1993) demonstram um marcante controle das lito-estruturas do substrato geológico na geração de "knickpoints", orientados geralmente por "sets" de fraturamento, concordantes ao mergulho ou anti-mergulho das camadas dos gnaisses aflorantes na região. Dantas *et al.* (1994) por sua vez, analisam o papel dos "knickpoints" na retenção de sedimentos na porção suspensa de sua bacia de drenagem promovendo, assim, uma estocagem diferencial de sedimentos nos fundos de vales (FIGURA 2). Dantas *et al.* (1995) destacam como parâmetros mais efetivos, a densidade de concavidades, o gradiente da bacia suspensa e, subordinadamente, o desnivelamento produzido pelo "knickpoint".

A floresta pluvial, que cobriu o Médio Vale do rio Paraíba do Sul durante praticamente todo o Holoceno, desenvolveu solos férteis com espessos horizontes orgânicos. Contudo, estes "solos holocênicos" não mais existem, devido ao desmatamento e a práticas agrícolas predatórias, que acarretaram na exaustão dos solos. Atualmente, o cenário ambiental do médio vale do rio Paraíba do Sul caracteriza-se por extensas áreas de pastagens com manchas isoladas de capoeiras, nas quais os processos erosivos mantêm-se evidentes por meio de voçorocamentos. Estudos conduzidos por Coelho Netto *et al.* (1988) e Deus (1991) demonstram que o mecanismo dominante da erosão linear acelerada ("seepage erosion") é ativado por uma recarga d'água subsuperficial em períodos mais chuvosos, onde as escavações de ductos pelas formigas saúvas exercem um expressivo papel na infiltração da água no solo.

### 3) METODOLOGIA

Os estudos foram realizados numa perspectiva histórica, através da coleta de informações em fontes secundárias (livros, artigos, textos, anuários estatísticos, etc.) disponíveis no Arquivo Nacional e na Biblioteca Nacional e através de registros de campo, auxiliado por fotos aéreas e cartas topográficas. A análise histórica do Médio Vale do rio Paraíba do Sul consistiu na coleta de informações de uma extensa área, na qual as etapas do desmatamento, instalação dos grandes cafezais, implantação de uma malha ferroviária, auge e decadência da produção cafeeira ocorreram de forma relativamente simultânea.

A partir de fotografias aéreas na escala de 1/25.000, foram identificados e mapeados os principais níveis de acumulação de sedimentos ao longo dos fundos de vales dos rios Piracema e Manso. O mapeamento foi transferido para carta topográfica de mesma escala com auxílio do "aero-sketch-master", visando mensurar a extensão precisa destes níveis de acumulação. A área foi obtida através de planimetria. Tendo em vista o cálculo do volume de sedimentos estocados nos vales fluviais durante o ciclo cafeeiro, partiu-se para a reconstituição da espessura dos depósitos fluviais, particularmente associada à planície de inundação. Estas medidas foram obtidas em campo, de forma sistemática, em intervalos regulares, com auxílio de dois barômetros/altímetros digitais com precisão de 10cm. Metodicamente, a primeira medição foi obtida no topo da planície de inundação e a segunda medição, no leito do canal. Quando este não corria sobre a rocha, utilizou-se um vergalhão (haste metálica) para obter uma medida aproximada da espessura dos sedimentos abaixo do leito do canal.

No intuito de quantificar o impacto do ciclo cafeeiro, foi selecionada a sub-bacia do rio Piracema, na qual foram coletadas amostras para datação por radiocarbono em depósitos de planície de inundação em dois segmentos da bacia, acima e abaixo de um "knickpoint", que isola o segmento da bacia à montante dos períodos de entulhamento dos fundos de vales e reencaixamento da drenagem em escala regional. Os dois perfis acusaram idades entre 110 e 200 anos BP (Coelho Netto *et al.*, 1994).

Os cálculos das taxas de sedimentação foram obtidos pela fórmula:

$T_s = D \times E \times t^{-1}$  ( $m^3$ /ano), onde:

$T_s$  = Taxa de sedimentação. ( $m^3$ /ano)

$D$  = Área do depósito. ( $m^2$ )

$E$  = Espessura do depósito. (m)

$t$  = Duração do evento. (anos)

Para análise comparativa entre segmentos da mesma bacia, foi adicionado à fórmula o parâmetro comprimento do canal principal:

$T_s = D \times E \times C(Km)^{-1} \times t^{-1}$  (em  $m^3/km/ano$ ), onde:

$C$  = Comprimento do canal (km).

As taxas de sedimentação foram usadas para estimar taxas de rebaixamento do relevo nas áreas-fonte, ou seja, na bacia de drenagem em estudo. Os cálculos seguem a fórmula abaixo:

$Tr = T_s(m^3/ano) \times A(m)^{-2} (\times 1000)$  (em mm/ano), onde:

$Tr$  = Taxa estimada de rebaixamento do relevo (mm/ano).

$A$  = Área da bacia de drenagem ( $m^2$ )

As taxas de sedimentação foram convertidas em taxas de rebaixamento estimado do relevo para a bacia do rio Piracema e também para segmentos dessa bacia: a sub-bacia do rio Doce (alto curso do rio Piracema, acima do nível de base local), a sub-bacia do rio Manso e a sub-bacia do rio da Fortaleza.

Entretanto, este tipo de metodologia não leva em consideração o volume de sedimentos que foi escoado para fora da bacia pelos canais fluviais, mas apenas o que ficou retido dentro da bacia. Desta forma, o volume total a ser calculado para este período, constitui valores subestimados.

#### 4) RESGATE HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO HUMANA

O processo de ocupação humana no médio vale do rio Paraíba do Sul está intimamente ligado ao café. Antes do advento do café na região, existiam apenas vilas e povoados que interligavam as cidades mineiras produtoras de ouro ao Rio de Janeiro. Com a decadência do ciclo do ouro, a partir de 1760-80, essas vilas desenvolveram-se extraordinariamente na produção de café que atinge o seu auge por volta de 1850 tornando-se, portanto, o eixo da economia brasileira nesse momento.

Logo após a derrubada da mata, as primeiras safras de café tiveram resultados extraordinários supondo-se, portanto, uma extrema fertilidade dos solos de mata. Porém, mais tarde, os fazendeiros descobriam que essa fertilidade seria efêmera. A produção de café no município de Bananal ultrapassou a marca de 550.000 arrobas, segundo o censo de 1854, para despencar para 15.000 arrobas em 1920. Do mesmo modo, sua população decresce de 17.600 habitantes em 1886 para 12.000 habitantes em 1935 (Milliet, 1957). Segundo Milliet: "Estamos em cheio na zona morta, que o café desbravou, povoou, enriqueceu e abandonou antes que criasse raízes o progresso".

As técnicas de cultivo do café revelaram-se destrutivas para os solos da região. O alinhamento vertical dos cafezais descrito por Aguiar (1836), constitui-se numa verdadeira "rampa" para o carreamento de sedimentos pelo salpico das gotas das chuvas e escoamento superficial até os fundos de vales e, conseqüentemente, a "fertilíssima" terra do Vale do Paraíba perderia rapidamente o seu horizonte orgânico, legado pela floresta nativa, o que acarretaria numa verdadeira catástrofe para a economia regional em fins do século XIX (FIGURA 3).

Com efeito, a ininterrupta marcha do café, sempre ávida de terras virgens, resultou na destruição da Mata Atlântica no médio vale do Paraíba já em meados do século XIX, restando como refúgios as serras mais altas. De fato, Taunay (1939) relata a progressão mais veloz da marcha do café a partir de 1830 no médio vale do Paraíba: "Nos annos em que o café, invadindo as encostas da serra marítima, ia arrazando, deante de sua marcha invencível, aquella admirável floresta do vale do Parayba, cuja queima, em 1840, arrancava a Gardner, illustre botânico inglez, verdadeiros gritos de revolta e desespero naquelles annos longinquos, em que o Brasil adquiria novo e preciosissimo elemento de prosperidade".

Isto significa que a Mata Atlântica foi literalmente "riscada do mapa" do médio vale do Paraíba entre 1830 e 1860. De fato, por volta de 1850, formou-se um extenso núcleo produtor de café que abrangia o médio vale do rio Paraíba do Sul, de Areias (SP) a Valença (RJ), englobando cidades como Bananal, Resende e Vassouras, a mais grandiosa, incluindo a antiga vila de São João Marcos, posteriormente submersa pela represa de Ribeirão das Lages.

O esgotamento dos solos e o fim do tráfico negreiro foram decisivos para a decadência da economia cafeeira na região. A partir de 1870, diversas fazendas entravam em falência, devido à queda de produtividade dos cafezais e ao envelhecimento e encarecimento da mão-

de-obra escrava. Com a abolição da escravatura, decretava-se a ruína da economia aristocrática e escravagista regional e o Oeste Paulista tornava-se o novo pólo cafeeiro nacional.

Para o Vale do Paraíba, o café legou um quadro ambiental de degradação irreversível. O rastro deixado pelo café é inconfundível e devastador, principalmente no relevo cristalino de colinas e "mares de morros", que caracteriza o Vale do Paraíba, onde a Mata Atlântica foi queimada para dar lugar atualmente a pastos, capoeiras e "terras cansadas", marcadas pela erosão nas vertentes e entulhamento dos fundos de vales.

#### 4.1) RESULTANTE CLIMÁTICA E HIDRO-EROSIVA

Segundo Stein (1961): "A devastação dos morros cobertos de mata virgem, de Vassouras, provocou a erosão e as mudanças climáticas. De um extremo ao outro do Vale do Paraíba a história se repetia, a natureza ajudando o trabalho destrutivo do homem. Tão má era a situação em Entre-Rios, sobre o Paraíba, que Burton em 1867 proclamava que a região circunvizinha se achava despida de cafezais... as chuvas torrenciais seguindo as queimas anuais levaram completamente o humo dos morros devastados, arrastando-o para os estreitos vales pantanosos... cada regato é um esgôto de adubo líquido, levando para o Atlântico, e o solo superficial parece um campo de tijôlo".

Esta descrição mostra-nos, inequivocamente, o catastrófico grau de desequilíbrio da dinâmica hidrológica promovida pelo café em escala regional. As vertentes sofriam um processo de perda de agregação e "selagem" dos solos. A quantidade de sedimentos que convergem para os fundos de vales foi muito superior à capacidade de transporte dos canais, portanto, promovendo um processo de agradação dos vales em escala regional, devido ao desequilíbrio do sistema fluvial.

Paralelamente ao processo de entulhamento dos fundos de vales fluviais, ocorria uma transformação irreversível na dinâmica climática regional, cujos efeitos já haviam sido sentidos em 1859, quando um relatório provincial acusava uma crescente irregularidade das estações: "No Congresso Agrícola relataram que nos bons tempos antigos chuvas abundantes caíam desde o principio de agosto até o fim de maio com somente uma quinzena de tempo quente e seco, o veranico, durante esse período. A situação mudou completamente. Hoje em dia temos de oito a nove meses de sêca e somente três ou quatro meses de chuva. Entrementes o

veranico se transformara em terror para os fazendeiros que acreditavam que a sêca 'viera de propósito para secar a planta regada pelo suor negro da escravidão'. Quinze anos mais tarde (1874) um habitante de Vassouras declarava que a devastação em massa das árvores nos pontos mais altos da província explicava o desaparecimento das chuvas regulares e periódicas que ocorriam antigamente".

Em síntese, pode-se dizer que num período de 30 a 40 anos, o café mudou irreversivelmente de um regime hidrológico típico de uma floresta tropical pluvial para o de uma savana.

Pode-se imaginar, então, que o tipo climático super-úmido, sem registro de seca o ano inteiro, existente atualmente no Sul da Bahia e no Oeste da Amazônia, teria se estendido antigamente por todo o domínio original da Mata Atlântica e com a derrubada da mata virgem, o tipo climático semi-úmido, típico do Cerrado Brasileiro, teria avançado sobre toda a área degradada.

Com base na análise de Goldi (In: Stein, 1961), cientista e meteorologista da época, além de uma concentração anual de chuvas no verão, a mudança climática acarretou também num aumento de eventos críticos (chuvas torrenciais), capazes de acionar diversos processos erosivos e agravando o já dramático cenário ambiental do médio vale do Paraíba do Sul em fins do século XIX.

A Mata Atlântica mantinha uma baixa amplitude térmica anual na região, que tendia a homogeneizar o impacto dos sistemas frontais o ano inteiro e promovia um clima sempre úmido, sem secas, exceto o denominado veranico que durava apenas 15 dias no mês de julho. A isto associam-se as chuvas convectivas produzidas pela evapotranspiração da floresta pluvial, que apesar de sua atuação local, contribuíam para uma melhor distribuição anual das chuvas na região.

#### **4.2) MUDANÇAS AMBIENTAIS SUBSEQÜENTES**

Após a derrocada da economia cafeeira, o Vale do Paraíba cobriu-se de pastos para pecuária leiteira, já que os solos tornaram-se impraticáveis para a agricultura. Esta mudança da atividade econômica também resultou em impactos para o ambiente.

A substituição das plantações de café para o ambiente de gramíneas produziu uma transformação radical da dinâmica hidrológica regional: a densa malha de raízes característica



das gramíneas nos primeiros centímetros do solo dificultam a ocorrência de fluxo hortoniano e propiciam uma infiltração das águas pluviais de magnitude semelhante ao de um ambiente florestal, porém de forma muito mais rápida, pois o ambiente de pastagens não possui "obstáculos" à entrada de água na matriz do solo, como a intercepção das copas das árvores e a camada de serrapilheira que permitem uma entrada gradual de água nos solos florestados. Esta rápida entrada de água nos solos de pastagens, ainda favorecida pelos dutos escavados pelas formigas saúvas (Deus, 1991), produz zonas de saturação capazes de detonar processos erosivos por voçorocamentos, principalmente em áreas de concentração de fluxos (eixos de "hollows"). Estes processos marcam a atual paisagem do médio vale do Paraíba, concentrando-se basicamente nas vertentes côncavas e leques aluviais de pequenos vales tributários (Coelho Netto *et al.*, 1988; Coelho Netto & Fernandes, 1990).

Contudo, a intervenção antrópica na dinâmica geomorfológica do médio vale do rio Paraíba do Sul não restringiu-se apenas ao ciclo cafeeiro, mas propagou-se também pelo século XX, quando a transformação do espaço ocorreu de forma diversificada: segundo informações de moradores locais, todo o baixo curso do rio do Bananal foi dragado e retificado em 1957, inicialmente, para o aproveitamento agrícola e, posteriormente, para a expansão da cidade de Barra Mansa. A partir de então, toda a planície de inundação deixou de ser sazonalmente inundada. Ainda existe o registro altimétrico da paleo-planície de inundação nos meandros abandonados do antigo canal sinuoso, 3 metros acima do atual nível de base do canal. A atividade de extração de areia no leito do canal próximo da vila de Rialto, no baixo curso do rio do Bananal, também contribuiu para o rebaixamento do nível de base do canal. Entretanto, após a dragagem do rio, foram ainda relatados dois eventos de inundação em 1959 e em janeiro de 1992, associados a períodos de extrema pluviosidade, nos quais o último evento registrou uma elevação do nível d'água em 6 metros acima do normal. Neste trecho, a antiga planície de inundação, atualmente, possui mais de 5 metros de espessura.

## **5) AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO IMPACTO EROSIVO-DEPOSICIONAL DO CICLO CAFEIEIRO**

Embora ainda se encontre em lento processo de formação nos dias atuais, os depósitos da atual planície de inundação, por meio de datações absolutas, acusam uma idade aproximada de 200 anos relacionando-se, portanto, ao ciclo cafeeiro. Em reforço a esta informação, foram

encontrados artefatos arqueológicos do período do café, desenterrados da planície de inundação do vale do rio da Carioca e do córrego Resgate, afluentes do rio do Bananal (Coelho Netto *et al.*, 1994).

Portanto, tendo em vista que a atual planície de inundação tem sua gênese associada à destruição da floresta nativa para a implantação de uma cultura de agro-exportação, gerando uma carga de sedimentos para os fundos de vales muito superior à sua capacidade de transporte, é possível determinar, com considerável precisão, o impacto geomorfológico resultante do ciclo cafeeiro numa bacia fluvial, através do cálculo de taxas de sedimentação dos depósitos de planície de inundação numa determinada bacia de drenagem.

O período de tempo em que o solo esteve desprovido de uma cobertura vegetal capaz de evitar processos laminares de carreamento dos sedimentos ("sheet-wash erosion"), ou seja, entre a destruição da mata nativa até a retirada dos cafezais envelhecidos para plantação de gramíneas, durou aproximadamente 100 anos correspondendo, portanto, à duração do evento agradacional que originou as atuais planícies de inundação.

Considerando todos estes parâmetros, estimativas preliminares indicam que as taxas de sedimentação da bacia do rio Piracema, durante o período cafeeiro, atingiram valores da ordem de  $97.000 \text{ m}^3/\text{ano}$  de sedimentos para uma bacia de apenas  $130,6 \text{ km}^2$  de área.

Comparando a sedimentação nos fundos de vales do rio Piracema, respectivamente à jusante e à montante de um nível de base local de 7 metros de desnivelamento, observa-se que a planície de inundação à jusante do "knickpoint" ocupa uma área de  $1,42 \text{ km}^2$  por 18 km de extensão do canal, enquanto que à montante do "knickpoint", as planícies de inundação ocupam uma área de apenas  $0,51 \text{ km}^2$  por 10 km de extensão do canal. A espessura dos depósitos de planície de inundação também varia à montante, onde o depósito registra em média 2,0m de espessura e à jusante, 3,5m de espessura (TABELA 1).

A partir de uma análise comparativa dos dois segmentos da bacia do rio Piracema, entre os quais ocorre o nível de base local, podemos sugerir que a velocidade de agradação dos fundos de vales é maior à jusante ( $3.737 \text{ m}^3/\text{km}/\text{ano}$ ) do que à montante ( $1.275 \text{ m}^3/\text{km}/\text{ano}$ ) devido, principalmente, ao aumento da extensão da área-fonte de sedimentos. Não se exclui, também, uma possível influência do nível de base local no impedimento da propagação à remontante do entulhamento dos fundos de vales. Para a bacia do rio Manso, principal

tributário do rio Piracema, que abrange uma área de 50,4 km<sup>2</sup>, foram registradas taxas de sedimentação de 3.208 m<sup>3</sup>/km/ano, semelhantes ao canal principal.

Com base no cálculo de taxas de rebaixamento estimado do relevo para a bacia do rio Piracema, o processo de dissecação do relevo via recuo de vertentes, destruição de divisores e rebaixamento do nível de base local não foi homogêneo para toda a bacia em questão. Apesar do evento erosivo ocorrer por toda a bacia de drenagem, a magnitude de remoção de sedimentos foi superior à juzante, condicionado também por um incremento na descarga hidráulica. O desmatamento e o uso do solo mais intenso na região de colinas contribuem para esta direção. As bacias do rio Piracema e do rio Manso registraram índices mais elevados (0,75 e 0,76 mm/ano, respectivamente) em relação à bacia do rio Doce, menos extensa e localizada próximo à zona montanhosa, registrando um índice de 0,36mm/ano.

Estudos que registram Taxas de Denudação e Recuo das Vertentes, sumarizados por Saunders & Young (1983), demonstram taxas significativas em regiões tropicais úmidas (0,01 a 0,10 mm/ano) e semi-úmidas (0,10 a 0,50 mm/ano), sendo estas, multiplicadas diversas vezes pela intervenção humana no ambiente.

Contudo, é importante ressaltar que as taxas de rebaixamento estimado do relevo estão subestimadas, pois baseiam-se apenas na parcela de sedimentos retidos na bacia fluvial, não considerando a massa de sedimentos transportada pelo canal coletor para fora da bacia de drenagem.

A magnitude do evento erosivo-deposicional situado na transição Pleistoceno-Holoceno foi superior à relacionada ao ciclo cafeeiro, conforme demonstra Dantas (1995), utilizando-se da mesma metodologia. O volume dos depósitos correlacionados à Transição Pleistoceno-Holoceno atingiu um montante da ordem de 77.000.000 m<sup>3</sup> de sedimentos, enquanto que o volume dos depósitos correlacionados ao ciclo cafeeiro atingiu um montante bem inferior, da ordem de 9.700.000 m<sup>3</sup> de sedimentos. Para que se tenha uma dimensão mais nítida destes valores, durante a transição Pleistoceno-Holoceno, os processos erosivos promoveram, em média, uma remoção de cerca de 60 cm de solo e, considerando apenas as concavidades em zonas de cabeceira, houve uma remoção da ordem de 3 metros de solo, enquanto que durante o ciclo cafeeiro, os processos erosivos promoveram, em média, uma

remoção bastante inferior, de cerca de 7,5 cm de solo correspondendo, pelo menos, em grande parte, ao horizonte A, rico em matéria orgânica, legado pela floresta.

Apesar do fato de a magnitude do evento erosivo-deposicional situado na transição Pleistoceno-Holoceno ser muito superior à registrada durante o ciclo cafeeiro, este, por sua vez, caracterizou-se por uma maior intensidade dos processos erosivos. Durante a transição Pleistoceno-Holoceno, foram mensuradas Taxas de Sedimentação da ordem de  $38.600 \text{ m}^3/\text{ano}$  para toda a bacia do rio Piracema, enquanto que durante o ciclo cafeeiro, as Taxas de Sedimentação atingiram a marca de  $97.000 \text{ m}^3/\text{ano}$ , ou seja, aproximadamente 2,5 vezes superior ao registrado há aproximadamente 9.000 A.P.

Destaca-se, portanto, o caráter catastrófico e instantâneo (levando-se em consideração a escala geológica do tempo, por onde seguem curso os eventos naturais) da intervenção humana no ambiente, visto que a retirada abrupta da vegetação florestal no Médio Vale do rio Paraíba do Sul, no início e em meados do século XIX, implicou em processos erosivos muito mais intensos do que os ocorridos, em termos médios, durante a transição Pleistoceno-Holoceno desencadeados, provavelmente, por mudanças climáticas.

## 6) CONCLUSÕES

A partir da análise histórica da ocupação humana do médio vale do rio Paraíba do Sul nos últimos 200 anos, e por cálculo das taxas de sedimentação dos depósitos correlacionados ao ciclo cafeeiro, podemos concluir que ocorreu uma profunda transformação do ambiente, expressa através de mudanças climáticas, no regime hidrológico e da dinâmica geomorfológica. A retirada da mata virgem e a conseqüente desorganização do sistema promoveu um vertiginoso processo de erosão das vertentes e agradação dos fundos de vales.

Este processo ocorreu no período do café, devido ao transporte superficial ("splash erosion" e "sheet-wash erosion") e ocorreu o mesmo a partir deste século com a introdução da pecuária leiteira e com a vegetação de gramíneas por fluxo subsuperficial, gerando erosão linear acelerada ("seepage erosion"), conforme explica Coelho Netto et al. (1988), para a região de Bananal.

Com base nos resultados das taxas de rebaixamento estimado do relevo, podemos sugerir que durante o ciclo cafeeiro, a bacia do rio Piracema registrou um rebaixamento de pelo menos 7,5 cm, o que implica, no mínimo, na perda do horizonte A, rico em matéria

orgânica, legado pela floresta e que acarretou na ruína econômica de toda a região no final do século XIX. O médio vale do rio Paraíba do Sul localiza-se, portanto, no "rastro do café", abandonando esta região em busca de novas terras e deixando para trás um cenário ambiental extremamente degradado.

## 7) BIBLIOGRAFIA

- AGUIAR, J.J.F. 'Pequena memória sobre a plantação, cultura e colheita do café: no qual se expõe os processos seguidos pelos fazendeiros d'esta provincia, desde que se planta até ser exportado para o comércio'. *Imprensa Americana* - RJ, 17p., 1836
- ALMEIDA, J.C.H.; EIRADO SILVA, L.G.A & AVELAR, A.S. 'Coluna tectono-estratigráfica de parte do Complexo Paraíba do Sul na região de Bananal - SP'. In: *Simpósio de Geologia do Sudeste - 2*, São Paulo - Atas - SBG, p. 509-517, 1991.
- AVELAR, A.S. & COELHO NETTO, A.L. 'Fraturas e desenvolvimento de unidades geomorfológicas côncavas no médio vale do rio Paraíba do Sul' - *Revista Brasileira de Geociências*, 22(2), p. 222-227, 1992.
- COELHO NETTO, A.L.; DIETRICH, W.E.; FERNANDES, N.F.; OLIVEIRA, M.A.; DANTAS, M.E. & MONTGOMERY, D. '<sup>14</sup>C AMS evidences of two Holocene erosion-sedimentation cycles in SE Brasil: stratigraphy and stratigraphic inversions'. In: *14th International Sedimentological Congress*, Recife/PE, IAS, D29-30, 1994.
- COELHO NETTO, A.L.; FERNANDES, N.F. & DEUS, C.E. 'Gullying in the Southeastern Brazilian Plateau - Bananal (SP)'. *Sediments Budgets* nº 174, p. 35-42, 1988.
- COELHO NETTO, A.L. & FERNANDES, N.F. (1990). 'Hillslope erosion-sedimentation and relief inversions in SE Brazil: Bananal, SP'. *IAHS Publ.* nº 192, p. 174-182.
- DANTAS, M.E. 'Controles naturais e antropogênicos da estocagem diferencial de sedimentos fluviais: bacia do rio Bananal (SP/RJ), Médio Vale do rio Paraíba do Sul'. Tese de Mestrado, (IGEO/UFRJ), 143p, 1995.
- DANTAS, M.E. & COELHO NETTO, A.L. 'Morfologia dos fundos de vales da bacia do rio Bananal (RJ-SP): Médio vale do rio Paraíba do Sul'. In: *IV Simpósio de Geografia Física e Aplicada*, Porto Alegre/RS - Anais, p. 113-120, 1991.
- DANTAS, M.E. & COELHO NETTO, A.L. 'O rastro do café no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul: implicações geo-hidroecológicas'. In: *IV Encontro Nacional de Estudos sobre o Meio-Ambiente*, Cuiabá/MT - Anais, p. 503-509, 1993.
- DANTAS, M.E.; EIRADO SILVA, L.G. & COELHO NETTO, A.L. 'Spatially non uniform sediment storage in fluvial systems: the role of bedrock knickpoints in the Southeastern

- Brazilian Plateau'. In: *14<sup>th</sup> International Sedimentology Congress, Recife/PE - IAS*, J11-12, 1994.
- DANTAS, M.E.; EIRADO SILVA, L.G. & COELHO NETTO, A.L. 'Níveis de base locais e estocagem diferencial de sedimentos nas bacias dos rios Bananal (SP/RJ) e do Salto (RJ): controles geológicos e morfométricos'. In: *V Congresso da ABEQUA*. Niterói/RJ, Anais, p. 176-182, 1995.
- DE PLOEY, J. & GABRIELS, D. 'Measuring soil loss and experimental studies'. In: *Soil Erosion*, M.J. Kirkby & Morgan, R.P.C. (Eds.), p. 63-108, 1980.
- DEUS, C.E. 'O papel da escavação das formigas do gênero "Atta" na hidrologia de encostas em áreas de pastagem - Bananal/SP'. Tese de Mestrado (IGEO/UFRJ), 235p, 1991.
- DUNNE, T. & LEOPOLD, L.B. 'Water in Environmental Planning'. W.H. Freeman and Company, San Francisco-USA, 818p, 1978.
- EIRADO SILVA, L.G.; DANTAS, M.E. & COELHO NETTO, A.L. 'Condicionantes lito-estruturais na formação de níveis de base locais ("knickpoints") e implicações geomorfológicas no Médio Vale do rio Paraíba do Sul'. In: *III Simpósio de Geologia do Sudeste - Rio de Janeiro/RJ - Atas*, P. 96-102, 1993.
- MILLIET, S. 'Roteiro do café'. *Boletim Geográfico* nº 95 e 96, p. 1227-1293 e p. 1395-1413, 1957.
- MOURA, J.R.S. & MELLO, C.L. 'Classificação alo-estratigráfica do Quaternário Superior no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. Bananal (SP)' - *Revista Brasileira de Geociências*, 21(3), p.236-254, 1991.
- MOURA, J.R.S.; PEIXOTO, M.N.O. & SILVA, T.M. 'Geometria do relevo e estratigrafia do Quaternário como base para a tipologia de cabeceiras de drenagem em anfiteatro - Médio Vale do rio Paraíba do Sul'. *Revista Brasileira de Geociências*, 21(3), p. 255-265, 1991.
- OLIVEIRA, M.A. & MEIS, M.R.M. 'Relações entre a geometria do relevo e formas de erosão linear acelerada (Bananal, SP)'. *Geociências - São Paulo*, 4, p. 87-99, 1985.
- SAUNDERS, I. & YOUNG, A. Rates of surface processes on slopes, slope retreat and denudation. *Earth Surface Processes and Landforms*, 8, 1983. p. 473-501.
- STEIN, S.J. 'Grandeza e decadência do café no Vale do Paraíba'. Ed. Brasiliense, 361p, 1961.
- TAUNAY, A.d'E. 'História do café no Brasil' - vol.2 - Companhia Editora Nacional, 1939.

TABELA 1: Mensurações dos depósitos fluviais correlativos ao ciclo cafeeiro.

Bacia de Drenagem	A (km <sup>2</sup> )	D (km <sup>2</sup> )	E (m)	V (m <sup>3</sup> )	C (km)	Ts (m <sup>3</sup> /km/ano)	Tr (mm/ano)	Rebaixamento Total (m)
Rio Piracema	130,6	3,47	2,8	9.716.000	26	3.737	0,75	0,075
Rio Manso	50,4	1,54	2,5	3.850.000	12	3.208	0,76	0,076
Rio Doce	28,1	0,51	2,0	1.020.000	8	1.275	0,36	0,036
Rio da Fortaleza	13,8	0,34	2,3	782.000	9	870	0,58	0,058

Fonte: Cartas Topográficas, Aerofotogrametria e coleta de campo.

A (km<sup>2</sup>) = Área da bacia de drenagem.

D (km<sup>2</sup>) = Área ocupada pela planície de inundação.

E (m) = Espessura média da planície de inundação.

V (m<sup>3</sup>) = Volume de sedimentos da planície de inundação.

C (km) = Comprimento do canal principal.

Ts (m<sup>3</sup>/km/ano) = Taxas de sedimentação.

Tr (mm/ano) = Taxas de rebaixamento estimado do relevo.

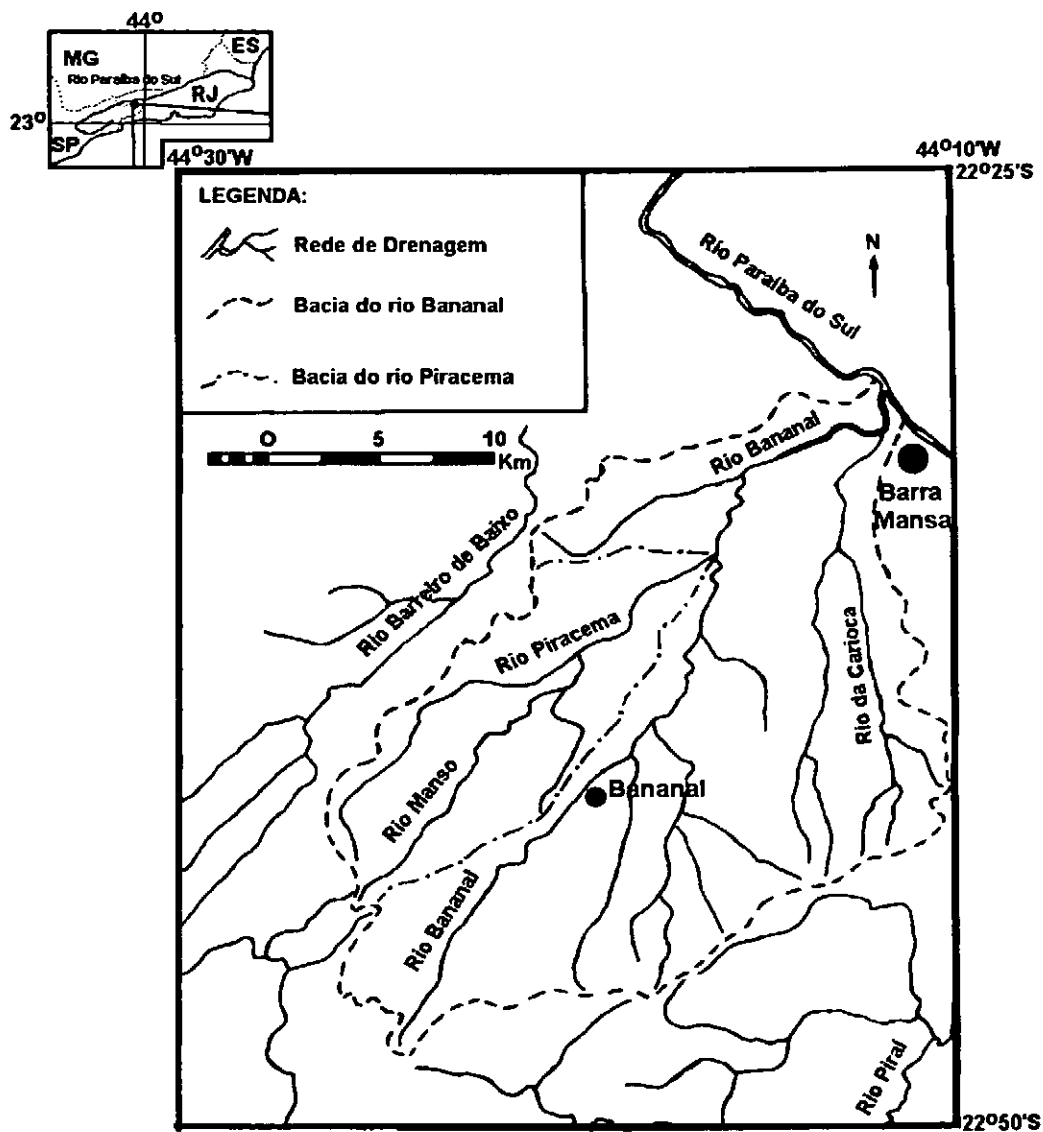


FIGURA 1: Localização das bacias dos rios Bananal e Piracema.



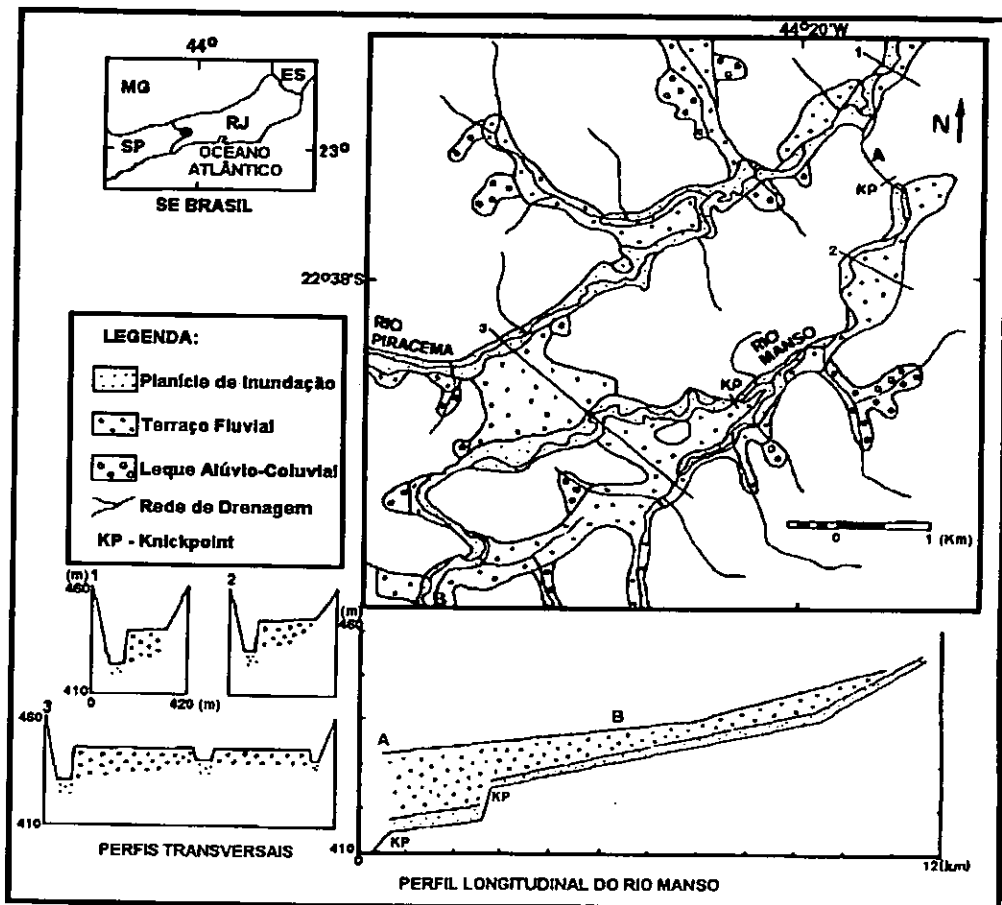
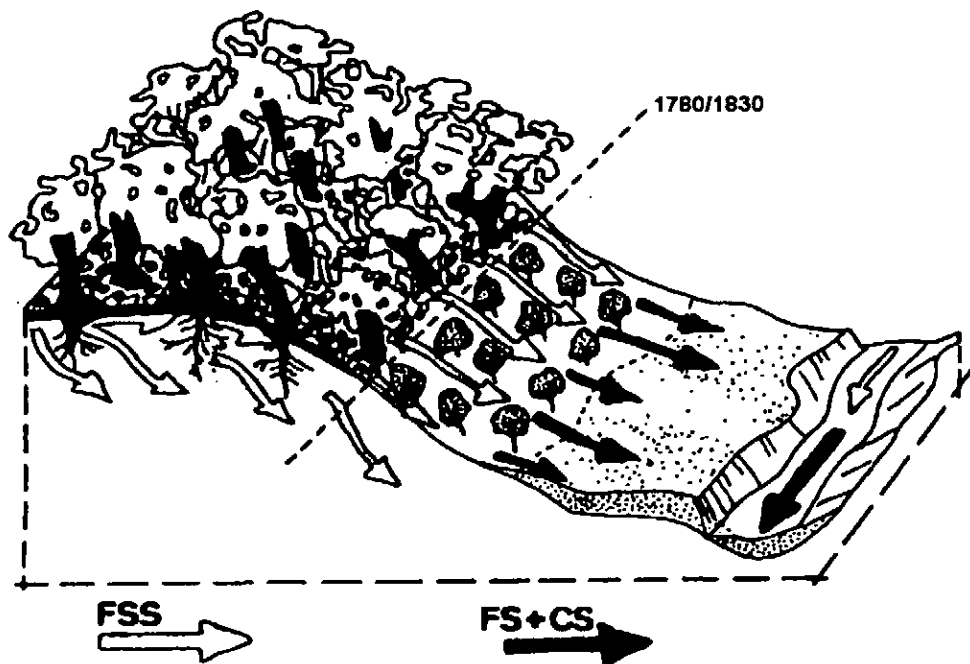


FIGURA 2: Relações entre "knickpoints", morfologia dos vales e espessura dos depósitos sedimentares (In: Dantas et al., 1994).



**FIGURA 3: Bloco-diagrama esquemático do regime hidrológico e dos processos geomorfológicos associados no ambiente florestal e de cafezais.**

**FSS: Fluxo Subsuperficial.**

**FS + CS: Fluxo Superficial com alta carga de sedimentos.**