

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA REDE DE DRENAGEM DA BACIA DO RIO URUCU (COARI - AM): INSTRUMENTO DE DIAGNÓSTICO DA EROÇÃO¹.

Adoréa Albuquerque²
Mircia Fortes³

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo apresentar resultados obtidos a partir das análises morfométricas realizadas na bacia hidrográfica do Rio Urucu situada no Município de Coari, Amazonas/Brasil. À montante desta bacia, a Petrobras implantou a Base de Operações Geólogo Pedro de Moura e vem explorando gás e petróleo há cerca de 20 anos. A erosão do solo, determinada pela abertura de estradas de acesso aos poços de gás, tem desencadeado o transporte de sedimentos para dentro dos canais, comprometendo as condições de fluxo da bacia.

A erosão em bacias hidrográficas constitui um dos mais graves problemas a ser solucionado, quando se trata da conservação e manutenção dos recursos hídricos. Sob esta linha de abordagem a degradação do solo se transforma em uma característica marcante no âmbito das bacias, evidenciada principalmente por modificações nas condições de hidrodinâmica que atingem, além da frequência de cheias e vazantes, a magnitude dos eventos de transporte de sedimentos e o assoreamento dos canais. Estas modificações podem atingir dimensões às vezes imensuráveis, em decorrência das inter-relações sistêmicas dos vários elementos componentes da bacia. Com o objetivo de expor adequadamente o sistema de interações existentes entre estes elementos, Christofolletti (1980, *apud* SIMON e NOAL; 2004) menciona: “a drenagem fluvial é composta por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados que formam a bacia de drenagem, definida como a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial”. Esta idéia de conjunto de canais gera a necessidade de compreendermos a importância dos rios como responsáveis pelos processos morfogenéticos ativos na esculturação da paisagem terrestre. Considerando este enfoque e analisando o papel da água no contexto hidrogeomorfológico das bacias, Coelho Netto (1994) evidencia que as encostas, topos ou cristas e fundos de vales, canais, corpos de água subterrânea, sistemas de drenagem urbanos e áreas irrigadas, entre outras unidades espaciais, estão interligados como componentes de bacias de drenagem.

A partir desta noção de dinamismo que envolve as bacias, é possível concebê-las então como unidades hidrogeomorfológicas, nas quais se desencadeiam processos, tanto naturais como degradação e agradação, infiltração, solifluxões, enchentes, transporte de sedimentos, entre outros, quanto antrópicos como: desmatamentos, aceleração do processo erosivo, urbanização, construção de estradas, abertura de áreas para o cultivo agrícola e degradação ambiental. Todas estas ações, e principalmente as antrópicas,

¹ Procesos de la interacción sociedad-naturaleza

² Profª Departamento de Geografia – UFAM/BR

³ Profª Departamento de Geografia – UFAM/BR

acabam interferindo nas condições originais da paisagem, seja em um curto período de tempo, ou em um intervalo cronológico significativo que terá repercussões negativas. Considerando a importância destes aspectos, a bacia hidrográfica do rio Urucu, foi utilizada como uma unidade de análise e visualização do processo erosivo existente na Base de Extração Geólogo Pedro de Moura, detonado principalmente pela abertura de estradas que se direcionam até os poços de extração de gás.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

A área de estudos situa-se no alto curso do Rio Urucu, município de Coari (AM), setor correspondente a mesoregião centro-amazonense, Estado do Amazonas (BR), entre as coordenadas de $-04^{\circ} 52'05,4274''$ / $-04^{\circ}52'05,1099''$ de Latitude e $65^{\circ}08'00,8650''$ / $-65^{\circ}08'01,2278''$ de Longitude (PETROBRAS, 2000). Encontra-se distante de Manaus cerca de 600 km a SW, na margem direita do Rio Solimões. A Base de Operações Geólogo Pedro de Moura da Unidade de Negócios da bacia do Solimões (BOGPM-UNbSOL), situa-se à jusante da bacia do Urucu (Figuras 01 e 02).

O rio Urucu é um afluente do rio Solimões com desembocadura no lago Coari. Apresenta suas nascentes no divisor de águas do sistema Tefé/Urucu/Coari/Juruá, onde inicia um percurso de 430 km em direção sudoeste/nordeste. Ao término deste trajeto tem sua faixa de desembocadura situada dentro do lago Coari. O Urucu é a forma de acesso natural à região da província.

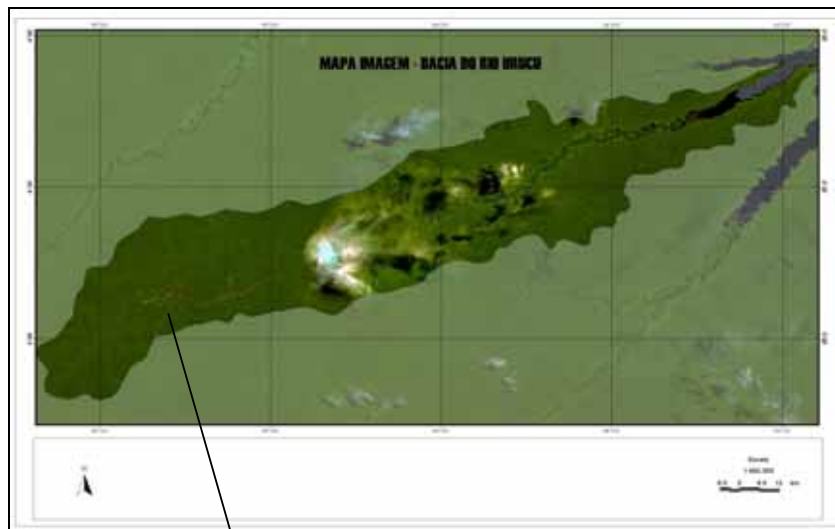


Figura 01. Imagem da área da Bacia

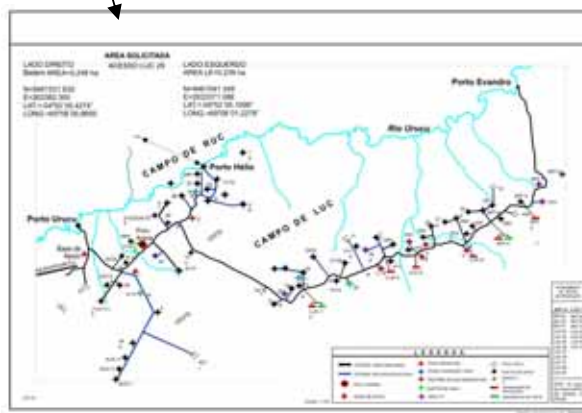


Figura 02 - Mapa de localização da Base Geólogo Pedro de Moura.

Sob o aspecto das condições hidrográficas e geomorfológicas locais, o lago Coari recebe influências diferenciadas quanto ao volume de água recebido. Sendo assim, os trechos médios e inferiores, dependem de condições pluviais, enquanto o curso inferior sofre influência do volume de água recebido do caudaloso Solimões, configurando-se em uma espécie de ria fluvial.

Sobre as condições de declividade deste rio, Aguiar *et al.* (2004), mencionam que embora ainda não se disponha de dados suficientes sobre as condições topográficas locais, este rio pode ser classificado como sendo de planície, onde se torna evidente a existência de meandros. A lâmina de água máxima de 5,0 metros é definida pela altura máxima dos terraços marginais e sem transbordamento. Maiores índices de cheias ocorrem nos meses de intensas chuvas na região, período correspondente ao intervalo de dezembro a junho.

INDICADORES DA EROSÃO

Durante os reconhecimentos de campo realizados nos meses de julho e agosto de 2004, foi possível identificar que formas erosivas estão associadas à formação de crostas e fluxos superficiais e lineares que evoluem para microrravinas, estas por sua vez proporcionam o aparecimento de cabeceiras de drenagem de córregos que se conectam à densa rede hidrográfica que compõe as sub-bacias do Rio Urucu.

Com relação às microrravinas que podem originar futuras cabeceiras de drenagem, autores como Horton (1945), Dunne (1980) e Dietrich e Dunne (1993) referenciados em Guerra (1999) atribuem o aparecimento destas a partir do nível máximo de saturação do solo, ou seja, quando se inicia o processo de escoamento superficial (*runoff*). Para Guerra (1998, 1999, 2001), a água acumula-se em depressões (microtopografia) na superfície do solo e começa a descer a encosta, por um lençol de escoamento (*sheetflow*), que pode evoluir para uma ravina. Durante a descida os fluxos superficiais (*runoff*) se transformam em fluxos lineares (*flowlines*), que posteriormente possibilitam a evolução de uma microrravina (*micro-rills*), e depois para microrravinas com cabeceiras. A remoção inicial das partículas se deve à força de cisalhamento exercida pelos fluxos superficiais à medida que eles se aprofundam.

A formação de cabeceiras pode ser um fator controlado, não somente por fluxos superficiais. Pode ser associado aos fluxos subsuperficiais definidos pela densidade de pequenos canais de primeira ordem.

Sob esta forma de abordagem do problema é possível indicar que a densidade de drenagem torna-se a principal causa da erosão na área, ou seja, a bacia do rio Urucu apresenta uma densa rede de canais que podem evoluir a partir da formação de pequenas cabeceiras de drenagem. Estes canais precisam ser identificados, mensurados e estudados. Um minucioso estudo sobre a rede hidrográfica local possibilitará a formulação de uma proposta de mitigação do problema erosivo e a criação de um plano de controle e reconhecimento de alterações ambientais na Bacia.

A formulação deste enunciado foi possível a partir dos levantamentos de campo realizados no período de 29/09 a 01/10/04, onde foi constatada a existência de 16 pequenos canais hidrográficos durante 8 km percorridos na estrada do SUC 3 (Sul do Urucu). É pertinente ressaltar que estes canais apareciam a cada 500 m percorridos na estrada. Estas faixas interfluviais coincidem, na verdade, com incisões na dimensão dos topos das pequenas colinas que compõem o relevo da área de pesquisa.

Considerando a importância dos fluxos superficiais e subsuperficiais nos mecanismos de formação das ravinas e voçorocas, Coelho Netto (1998), ressalta que estas formas erosivas podem ser originadas em diferentes escalas de espaço e tempo, todavia dependem de rotas tomadas pelos fluxos de água, que podem ocorrer na superfície e em subsuperfície. Ainda sobre este tema, Oliveira (1999) menciona que emergem duas rotas possíveis de formação do escoamento superficial: o fluxo superficial hortoniano e o fluxo subsuperficial de saturação.

Para a verificação deste mecanismo é necessário compreender que as ravinas e voçorocas podem surgir a partir da interação sinérgica entre os fluxos anteriormente citados. A propósito, Oliveira e Meiss (1985), ao estudarem vários casos de incisão erosiva em encostas no vale do rio Paraíba do Sul, verificaram a relação destas incisões com canais de primeira ordem. A princípio foi possível uma classificação entre dois tipos de voçorocas: as conectadas e as desconectadas da rede de drenagem local. Esta classificação partiu da formulação de uma hipótese de que grandes incisões erosivas ocupavam longitudinalmente a encosta e seriam resultado de mecanismos

específicos de erosão onde antigos ambientes de sedimentação, quando submetidos às chuvas intensas, reativaram antigos canais.

As interações entre fluxos superficiais e subsuperficiais estão associadas também mecanismos de poropressão na água do solo. Para Oliveira (1999), as poropressões podem reduzir as forças de coesão, causando colapso de materiais friáveis ou pouco consolidados, facilitando assim a liquefação dos materiais inconsolidados. No caso da bacia do rio Urucu, o material de origem da Formação Solimões apresenta elevada friabilidade por ser de origem sedimentar. Esse processo se manifesta quando os materiais do solo estão saturados. Sendo a saturação resultante de variações do nível do lençol freático, a liquefação pode ocorrer em ritmos sazonais, sendo estações úmidas mais propícias. No caso de zonas de saturação suspensa, a liquefação pode ocorrer durante chuvas que se estendam por um ou mais dias.

MÉTODOS E TÉCNICAS

Visando o reconhecimento, identificação e localização da área da Base dentro dos limites da bacia, foram obtidas no IBGE e na (4^a) Divisão de Levantamentos em Manaus, as cartas de imagem de radar MIR 136 – rio Tefé, MIR 137 – Coari e MIR 137 (1987).

Para a identificação e reconhecimento dos padrões morfométricos da rede de drenagem, foi utilizada metodologia proposta em Cardoso *et al* (2006), onde foi possível a partir da obtenção da área da bacia, obter-se diferentes características como: perímetro, coeficiente de compactidade, fator de forma, densidade de drenagem. Outros índices como coeficiente de manutenção, densidade hidrográfica e comprimento médio dos canais, foram obtidos utilizando-se a metodologia apresentada por Silva *et al* (1996) através da relação de bifurcação (R_b) e o número de segmentos de bacia.

As análises morfométricas possibilitaram o conhecimento dos aspectos hidrográficos da rede de drenagem do Rio Urucu e, a partir deste conhecimento, as possíveis recomendações para a minimização dos impactos que atingem diretamente os recursos hídricos locais. É importante, destacar que mesmo sendo a primeira vez, que a bacia hidrográfica do rio Urucu foi delimitada, foi possível por meio das técnicas de morfometria, identificar dentre as características hidrográficas o formato da bacia, que pode ser classificado, como um ponto favorável para auxiliar à redução de riscos associados às enchentes.

PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES GEOGRÁFICAS – RESULTADOS

ANÁLISE MORFOMÉTRICA

A partir da delimitação obtida pelo fechamento de poligonais representadas pela distância entre aos canais de 1^a ordem, foi possível reconhecer que a referida bacia apresenta área de 8.986,44 km² ou 898.644,71 ha. A área correspondente à faixa de ocupação da base é de 616,5 ha, dimensão que remete ao valor correspondente a aproximadamente 1% da área total. Ainda que se considere este valor, em termos dimensionais, relativamente baixo a necessidade de controle e monitoramento de áreas susceptíveis à erosão, nos limites da Base, é de extrema importância para o perfeito funcionamento da rede de drenagem e da conservação do solo, considerando que a construção do gasoduto irá gerar impactos bem maiores.

A Base de Operações Geólogo Pedro de Moura está situada no setor SW da bacia do rio Urucu próximo a sua montante entre as seguintes coordenadas: -04° 52'05,4274"/-04°52'05,1099" de Latitude e 65°08'00,8650" /-65°08'01,2278" de Longitude (Ver Mapa de Localização).

Geologicamente a área da bacia é representada por sedimentos inconsolidados pelítico-psamíticos, depositados em ambiente continental (fluviolacustre), que compõem a Formação Solimões (CARVALHO *et al.*,1996). Este tipo de composição sedimentar do terreno torna propício o surgimento de formas erosivas severas como as voçorocas. Além deste aspecto, outros fatores como a execução de obras de engenharia (abertura de estradas, terraplanagem, perfurações de poços, construção de portos, asfaltamentos e outros), contribuem para acelerar o processo erosivo na área. A exemplo tem-se a voçoroca do Porto Hélio, que pelo grau de degradação acentuado do terreno, associado aos fluxos internos, terminou configurando-se como um canal de primeira ordem da bacia do Urucu.

Com a finalidade de realizar reconhecimentos sobre os aspectos físicos da bacia do rio Urucu, foram utilizadas imagens de satélite para gerar mapas que permitiram a identificação do tipo de cobertura vegetal, rede hidrográfica, condições climáticas e níveis de declive. Todavia, a delimitação desta bacia ainda é de caráter recente, uma vez que a maior parte dos trabalhos consultados não incluiu a bacia do rio Urucu como ambiente de estudo em sua totalidade.

Os mapas gerados permitiram a visualização de uma rede de drenagem mais densa nos setores médio/jusante correspondentes às áreas circundantes ao núcleo urbano de Coari, onde coberturas vegetais menos densas permitem a exposição da rede hidrográfica de modo mais evidente (Figura 03).

Para identificar os níveis de densidade hidrográfica, aplicou-se a metodologia proposta em Silva *et al.* (1996) e Tucci (1993), onde o parâmetro utilizado para demonstrar o comportamento hidrográfico dos canais é um índice que tem por finalidade comparar a frequência ou a quantidade de cursos de água, existentes em uma área de tamanho definido, ou seja, a área da bacia. Neste sentido, foi possível identificar a densidade hidrográfica, por meio da fórmula $Dh = A/N$ onde, A é a área de drenagem e N o número total de rios na bacia. A obtenção dos resultados a partir destes cálculos permitiu verificar que a Bacia Hidrográfica do Urucu possui 5,39 rios por km². Isto significa um bom índice de drenagem, caso a utilização desta bacia fosse destinada para fins agrícolas não se evidenciaríamos problemas ligados à irrigação.

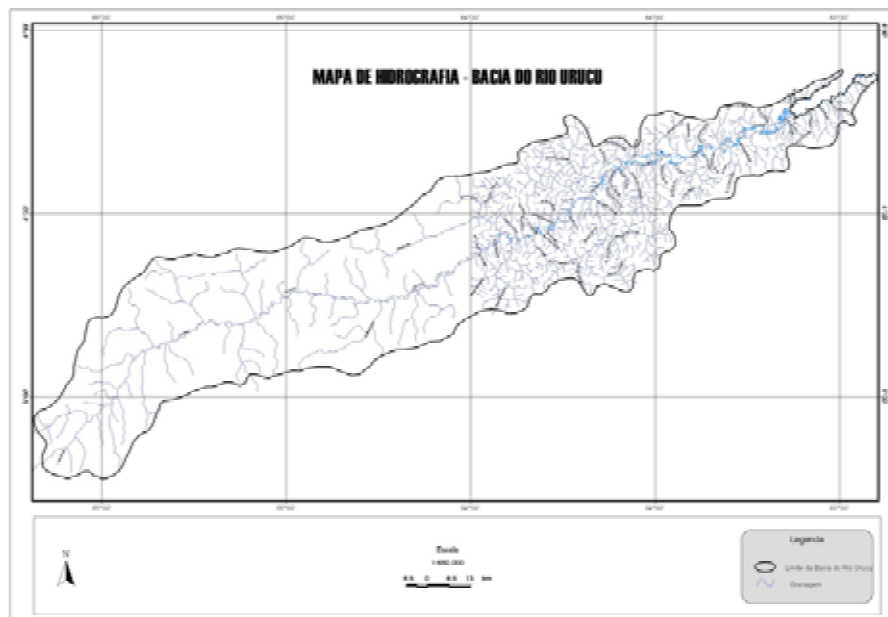


Figura 03 – Mapa da Rede Hidrográfica da Bacia do Rio Urucu.

Entretanto, para realizar construções ou obras de grande porte, este fator deve ser considerado e constantemente monitorado, tendo em vista a necessidade de canalizar estes cursos de água para a passagem de estradas ou pontes, como foi o caso da maior parte dos canais impactados na bacia do Urucu. As canalizações conjugadas ao material de origem e a ausência de monitoramento provocaram em parte, a atuação de processos erosivos, assim como a sedimentação e assoreamento dos canais.

Visando reconhecer as condições relacionadas às análises das densidades de drenagem (Dd), foram incluídos parâmetros como medidas planimétricas e curvimétricas, a fim de se obter o comprimento dos canais e da área da bacia. Estes procedimentos proporcionaram a obtenção da Densidade de drenagem pela fórmula $Dd = Lt/A$ onde Dd é a densidade de drenagem em km/km^2 , Lt é o comprimento total dos canais em km , e A é a área da bacia em km^2 . Assim, os resultados obtidos para a bacia do rio Urucu, demonstraram um comprimento total de cursos d'água de $Lt = 32.500 \text{ km}$ e superfície de $8.986,44 \text{ km}^2$ com densidade de drenagem de $3,6 \text{ km}/\text{km}^2$.

Com referência aos níveis de densidade de drenagem em bacias, Cardoso *et al.* (2006), realizando estudos no rio Debossan (RJ), encontraram níveis de drenagem para aquele rio de $2,35 \text{ km}/\text{km}^2$, mencionam estes autores que valores de densidade de $0,5 \text{ km}/\text{km}^2$ representam bacias com drenagem pobres e valores de $3,5 \text{ km}/\text{km}^2$ ou mais representam bacias bem drenadas. Valores de drenagem de $4,6 \text{ km}/\text{km}^2$ foram encontrados no rio Turvo Sujo em MG e valores de $0,5 \text{ km}/\text{km}^2$ foram obtidos para os rios Capim e Guamá no estado do Pará.

Cardoso (2006) ressalta ainda que, a densidade de drenagem é um fator importante na indicação do grau de desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia. Conhecendo-se estes valores, pode-se elaborar um banco de dados com informações que auxiliem a elaboração do planejamento e manejo em bacias hidrográficas.

Para que a bacia hidrográfica seja sempre mantida em perfeitas condições de fluxo, Silva (2006) explica que é necessário reconhecer e identificar o coeficiente de manutenção dos fluxos (Cm). Reitera que este índice representa uma medida semelhante à Densidade de Drenagem e tem por finalidade fornecer a área mínima necessária para a manutenção de um metro (1 m) de canal de escoamento permanente.

Para o cálculo do Cm multiplicou-se a Dd por mil para se obter índices de valor em m^2/m . A obtenção de uma área drenada de $3.600 m^2/m$ para a manutenção dos canais apontou que esta bacia apresenta excelentes condições de escoamento superficial, no entanto, este valor expressa a tendência à deflagração de processo erosivo do tipo laminar, a partir do exercício de atividades como a derrubada de árvores, para a passagem dos dutos, pela exposição dos solos e dos canais que compõem a bacia.

Os cursos de água que drenam a bacia apresentam comprimento médio de 6,7 km. Estes dados foram obtidos por meio de curvimetria dos canais existentes em mapa com escala de 1:650.000 e correlacionados pela seguinte fórmula $Lm = Lu/Nu$, onde Lu é o comprimento total dos canais e Nu o número total dos segmentos existentes na bacia. Sobre este item, é necessário recomendar que o planejamento de execução das obras considere este comprimento como um dado a ser levado em conta durante as etapas de abertura de estrada e canalização dos cursos fluviais. Caso não seja possível, manter este comprimento pela necessidade de efetivação da obra, que pelo menos a metade deste valor seja trabalhada para ser preservada evitando-se desse modo, o desaparecimento deles por aterros ou assoreamento.

Outro aspecto investigado foi o Coeficiente de Compacidade (Kc), este coeficiente relaciona a bacia com a forma de um círculo, constituindo assim a relação entre o perímetro da área drenada e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. Seguindo critérios propostos em Vilela e Matos (1975) esse coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, maior será seu coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo próximo à unidade corresponderia a uma bacia circular e, para uma bacia alongada, seu valor é significativamente superior a um (1). Uma bacia será susceptível a enchentes mais acentuadas quando seu Kc atingir uma medida mais próxima da unidade (CARDOSO *et al.*, 2006). O valor de compacidade foi obtido pela seguinte equação $Kc = 0.28 P/\sqrt{A}$, onde Kc é coeficiente de compacidade, P o perímetro (km) e A a área de drenagem (km^2). O resultado de 1.84 evidencia uma área pouco susceptível a enchentes sob condições normais de precipitação. Enchentes elevadas até o presente não foram registradas para a bacia.

As análises morfométricas sobre a bacia hidrográfica do Urucu permitiram a verificação do *Fator Forma* que é a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia pela obtenção de projeções geométricas, neste caso, a base correspondente a um retângulo calculado pela seguinte equação:

$KF = A/L^2$, sendo F : fator de forma, A a área de drenagem em km^2 e L o comprimento do eixo da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão). O resultado de 0,132 apontou para uma bacia estreita e alongada, onde os valores de forma foram considerados baixos, indicando menos possibilidade de ocorrerem simultaneamente chuvas intensas em toda a sua extensão. Uma bacia onde o fator forma é baixo dificilmente será atingida por enchentes episódicas, enquanto outra bacia de mesmo tamanho, porém com fator forma elevado, certamente será atingida de modo mais crítico. A morfologia do terreno e as condições geológicas contribuem para expressar esta configuração de drenagem.

CONCLUSÕES

As estradas, quando cortam os rios, são fontes potenciais de contribuição de sedimento para a rede fluvial. Dentre os fatores responsáveis por essa contribuição encontram-se a aplicação de técnicas de terraplanagem, cortes de taludes sem posterior cuidado de reposição de cobertura vegetal e compactação dos horizontes superficiais do solo, este último proporciona a redução de infiltração da água e a conseqüente geração de fluxo laminar. A conexão dos sistemas hidrográficos com as encostas sem proteção vegetal adequada compõe um sistema interativo responsável pela manutenção do fluxo de sedimentos.

Durante as observações de campo na bacia, os mecanismos de transferência de sedimentos a partir das estradas puderam ser classificados em três tipos:

- (1) Erosão nas laterais e acostamentos da estrada;
- (2) Erosão de estradas que cruzam canais;
- (3) Erosão e rompimento de aterros nas margens dos canais.

Os dois primeiros estão relacionados à conexão hidrológica entre a estrada e o canal, sendo assim, há mecanismos de produção constante de sedimentos, em ritmos e intensidade que acompanham as precipitações locais (Figura 4). O terceiro mecanismo de contribuição sedimentar das estradas é associado o rompimento de aterros. A passagem de estradas sobre pequenos canais hidrográficos é feita com canalização do fluxo por meio de manilhas e o preenchimento lateral do conduto com terra (Figura 5). O subdimensionamento, ou ainda, a disposição inadequada desses condutos, leva à sua falência, por ocasião de grandes eventos de precipitação. Vazões que excedem capacidade dos condutos e o acúmulo constante de detritos vegetais, em função de ângulos pequenos entre o alinhamento do canal montante e orientação das manilhas, represam água e favorecem ao rompimento dos aterros.

O reconhecimento da dimensão dos condutos (diâmetro) é fundamental nas análises, pois o subdimensionamento é o principal responsável pela obstrução com detritos e/ou rompimento de aterros, como já foi mencionado anteriormente.

Os fatores de verificação desses problemas incluem:

- a) posição da estrada na encosta
- b) declividade da estrada
- c) tipo de solo, relacionando com litologia de aspecto sedimentar
- d) declividade da encosta
- e) tipo de vegetação

O aumento das áreas impermeabilizadas por construções e pavimentos faz com que aumente, não só o volume, mas também a velocidade do fluxo. Estes que antes se encontravam dissipados, tendem a se concentrar, o que conseqüentemente catalisa os processos de desenvolvimento das voçorocas.

As pontes ou galerias permitem a passagem livre do fluxo, enquanto as manilhas, geralmente provocam comprometimento do canal hidrográfico. Entretanto, quando a necessidade de construir estradas envolve rapidez e contenção de custos a utilização de manilhas tem sido a proposta de adequar soluções imediatas.

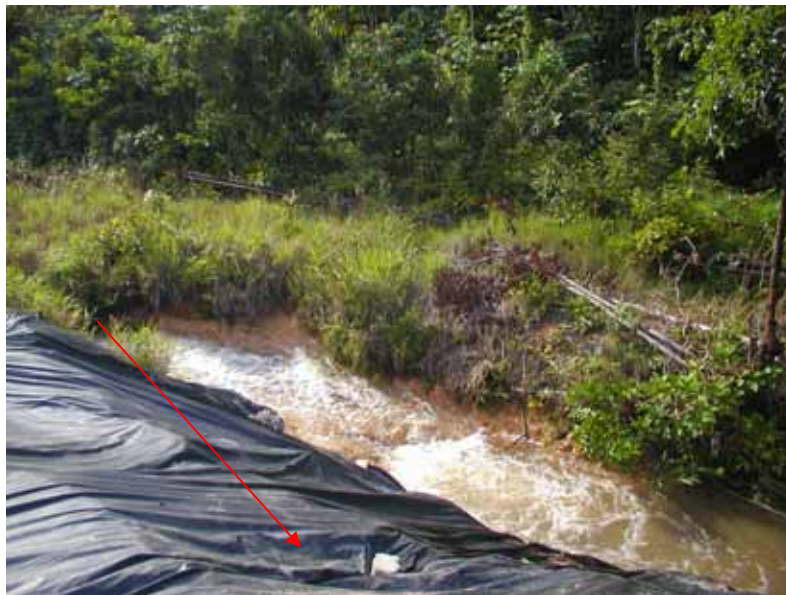


Figura 4. A sobreposição de lonas auxilia apenas a retenção de fluxos no topo. Todavia, as concentrações de fluxos na lateral da estrada extravasam a dimensão das canaletas, ocasionando a entrada de água nas faixas próximas às margens.

Foto: Vieira (2005)



Figura 5 - Observar a falência deste tipo de obra para a canalização de fluxos em estradas. A quantidade de sedimentos que se distribui nas encostas próximas às estradas e às margens dos canais exerce sobrecarga rompendo as caixas de sustentação das manilhas. As lonas sobrepostas no topo auxiliam a retenção de sedimentos nos períodos de concentração pluvial.

Foto: Aguiar (2006).

Para minimizar os impactos derivados de obras desta natureza, deve-se indicar como alternativa a realização simultânea de medidas de contenção, ou seja, à medida que a obra for executada, práticas de contenção, como a construção de taludes e canaletas de terra para desvio de fluxos, devem ser priorizadas como tentativa de evitar conseqüências associadas à evolução do processo erosivo.

Recomendações como esta necessitam, e, de certo forma envolvem modos graduais e lentos de reformulação das técnicas atuais de engenharia e construção.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, F. E. **Estudos dos Processos Erosivos na Bacia do Urucu**. Convênio Universidade Federal do Amazonas e PETROBRAS. Manaus. 2004. Relatório Técnico.
- COELHO NETTO, A. L . **Hidrologia de encosta na interface com a Geomorfologia**. In: Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos. Guerra, ^a J.T e Cunha, S. B. da (Orgs). Editora: Bertrand Brasil S.A . 93-148.; 2ª ed.,1994.
- GUERRA, A . J. T. **Processos Erosivos nas Encostas**. In: **Geomorfologia – exercícios, técnicas e aplicações**. Orgs. S.B. Cunha e A . J. T. Guerra.Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.1998.139-155.
- GUERRA. A . J. T. **O Início do Processo Erosivo**. In **Erosão e Conservação dos Solos**. Cap.1. Antonio José Teixeira Guerra, Antonio José Soares da Silva e Rosângela Garrido Machado Botelho (orgs.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.
- GUERRA, A . J. T. – **Novo Dicionário Geológico Geomorfológico**. 2001. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- OLIVEIRA, M. A. T. e MEIS,M.R . M. **Relações entre geometria do relevo e formas de erosão linear acelerada** (Bananal,SP). Geociências, São Paulo, 1985. n°4,87-99.
- OLIVEIRA, M. A. T. **Processos Erosivos e Preservação de Áreas de Risco de Erosão por Voçorocas**. In **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. Antonio José Teixeira Guerra, Antonio Soares da Silva e Rosângela Garrido (orgs) – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. Cap.02.; 57-94p.
- CARDOSO, Christiany, A . DIAS, Herly, C. T. BOECHAT, Carlos, P. **Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo/RJ**. Revista Árvore, Viçosa – MG año/vol.30, n° 002. / 2006. pp 241-248
- CARVALHO, J.S.; CARDOSO, M.J.S.;FRAGA, L.M.B.; ALECRIM, J.D. **Estudo Prévio de Impactos Ambientais. Sistema de escoamento de hidrocarbonetos**. Volume II. Universidade Federal do Amazonas. Manaus:1996.
- SIMON, A. L. H; NOAL,R. E.A **Relevância do Diagnóstico Sócio-ambiental nas Ações de Planejamento Ambiental e Gestão dos Recursos Naturais.Uma discussão sobre sua aplicação na Microbacia Hidrográfica do Arroio Santa Bárbara – Município de Pelotas (RS)**. Laboratório de Cartografia e Estudos Ambientais (LACEA). V Simpósio Nacional de Geomorfologia I/ Encontro Sul-Americano de Geomorfologia. UFSM –RS. Agosto de 2004
- SILVA, Pedro, R. VIEIRA, Lucio, S. SANTOS, Paulo, T. C. **Aspectos fisiográficos e caracterização das bacias dos rios Capim e Guamá**. B. FCAP. Belém (25): 61-89.Jan/Jun.1996.
- TUCCI,C,E,M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Cap.1.Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.1993.
- VILELA, S. M e MATOS, A . **Hidrologia aplicada**. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975.245p.