



CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS VOÇOROCAS DO CIRMAM: MANAUS – AM¹.

Antonio Fábio G.Vieira², Deivison C. Molinari³, Luciana da S. Muniz⁴

Universidade Federal do Amazonas – UFAM
Instituto de Ciências Humanas e Letras – ICHL
Departamento de Geografia
Av. General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000 – Coroado
CEP 69077-000 Manaus – AM

e-mail: fabiovieira@ufam.edu.br / molinari_geo@yahoo.com.br / lucianasmuniz@bol.com.br

Palavras-Chaves: Voçorocas, Manaus, feições erosivas.

Eixo temático: Análise e diagnóstico de processos erosivos

1. INTRODUÇÃO

A ocorrência de incisões erosivas, principalmente no sítio de Manaus-AM, vem nos últimos anos provocando danos ambientais e urbanos de significativa expressão. Além da ocorrência desses processos, verificam-se processos de assoreamentos e movimentos de massa que tornam o problema mais danoso ao meio.

Aliado às características do solo, declividade do terreno e ausência de cobertura vegetal, as chuvas encontram nesse tipo de ambiente as condições necessárias para o desencadeamento de processos erosivos. O processo inicia-se com a ação dos pingos da chuva que provocam a retirada de partículas soltas, com a posterior compactação do terreno. Isso contribui para que a infiltração ocorra de forma mais lenta e conseqüentemente propicie para o aumento da formação de escoamento superficial, que dependendo das condições do terreno, pode formar escoamentos superficiais concentrados e com isso a possibilidade do aparecimento de pequenas incisões erosivas (sulcos) que podem rapidamente evoluir para ravinas e/ou voçorocas.

Na área em questão, a presença de voçorocas, ravinas e sulcos são bastante marcantes. No entanto, a recuperação desta área é possível de ser realizada a partir da introdução de espécies vegetais e por meio de medidas de contenção/diminuição do escoamento superficial difuso e/ou concentrado, com a construção de pequenas barreiras de

¹ Trabalho em fase inicial de pesquisa. Com participação do INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Exército Brasileiro (1º BIS – Batalhão de Infantaria de Selva) e Universidade Federal do Amazonas (Departamento de Geografia).

² Mestre em Geografia pela UFSC e professor Assistente I, Departamento de Geografia – UFAM.

³ Aluno do 8º período do curso de Bacharelado em Geografia – UFAM.

⁴ Aluna do 8º período do curso de Licenciatura em Geografia – UFAM.



contenção (estaqueamento, por exemplo).

O presente trabalho faz desta forma, uma caracterização geral da área acima referida, descrevendo as feições erosivas ali existentes nos seus mais variados tipos e formas. A esse respeito, desenvolvem-se na área três incisões do tipo **voçorocas**, as quais apresentam características bem distintas, exceto no tipo *conectada* e na forma **dendrítica**.

2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO.

A área de estudo do presente trabalho, encontra-se inserida no limite urbano da cidade de Manaus, especificamente em área militar, próximo das dependências do Clube do Exército, o **Círculo Militar de Manaus - CIRMAM**, no bairro de São Jorge, na zona oeste.

Apresenta-se distante do centro da cidade cerca de 3km em linha reta. Com uma área de contribuição em torno de 156.154m² (área desmatada, com ocorrência de processos erosivos e/ou susceptível a isso).

Inserida na Formação Geológica Alter do Chão (Mesozóico), a qual é constituída de sedimentos vermelhos consolidados, compostos de argilitos, siltitos, arenitos e folhelhos. Aflora em vários pontos da área estudada e no interior das voçorocas, o Arenito Manaus, de coloração vermelha a rósea, com mosqueados, composto também com concreções lateríticas (COSTA et. al., 1978).

Sobre esta formação desenvolvem vários tipos de solos, entre eles o *latossolo amarelo* e o *espodossolo* (podzól), presente na área em particular. O primeiro apresenta textura argilosa nas camadas superiores com percentuais que variam de 75 a 90%. Por essa característica, teoricamente este solo deveria apresentar uma resistência maior a ocorrência de processos erosivos. O segundo tipo de solo apresenta percentuais de argila e silte em torno de 5 a 10 e 6 a 12% respectivamente. Verificando que a porção areia apresenta as taxas mais elevadas, em torno de 80 a 90%.

Do ponto de vista geomorfológico, está inserida no Planalto da Amazônia Oriental. Localmente a área apresenta um platô, que serve como divisor de águas de uma densa rede de canais (igarapés).

Do topo do platô para o igarapé (a jusante) verifica-se um desnível de aproximadamente 15m, com declividades em torno de 25° no talude entre o topo do platô e parte inferior do terreno, e com declividade de 5 a 6° no topo e na parte inferior do terreno



(foto 01). Este talude de funciona como um grande dispersor de águas para as voçorocas ali existentes.



Foto 01 – Talude entre o topo do platô e parte inferior do terreno (VIEIRA, 2004).

No que diz respeito ao clima, a cidade de Manaus está inserida no tipo climático Equatorial quente e úmido, com precipitação média anual entre 2250 e 2750mm. Sendo geralmente o mês de março o mais chuvoso e agosto o de menor índice pluviométrico. As temperaturas médias anuais ficam entre 25,6°C e 27,6°C. A máxima fica em torno de 38°C e a mínima perto dos 16°C. A umidade média é de 80% (NIMER, 1989).

Originalmente, a cidade compreende a vegetação da Floresta Ombrófila Densa. Localmente, as espécies vegetais existentes, constituem uma vegetação secundária em fase de progressão que margeia a área mais degradada, onde a vegetação é praticamente inexistente, exceto pela presença de pequenos arbustos e vegetação herbácea, que constituem pequenas “ilhas verdes”, oferecendo baixa proteção ao solo à ação das chuvas.

2. METODOLOGIA

- Por meio da utilização da técnica denominada *poligonal planimétrica*, as voçorocas serão monitoradas, onde é possível verificar a área de abrangência da incisão (m^2), assim como o volume do material erodido (m^3). Esta técnica inicia-se a partir de uma linha paralela a voçoroca onde logo em seguida estende-se outra linha formando um ângulo de 90°. A partir destas duas linhas, é esticada uma terceira linha até a borda da incisão onde é medido



o ângulo formado, assim como a distância. Esse procedimento se segue até que todos os contornos da incisão sejam medidos. Com os dados obtidos é possível reproduzir em escala apropriada a forma da voçoroca. Sucessivos monitoramentos permitem verificar a direção de avanço da incisão e a perda do material em m³ (OLIVEIRA et al., 1996).

- Pretende-se com a utilização de pinos de erosão monitorar perda de material em m³ por erosão laminar. Ao mesmo tempo esses pinos podem demonstrar se as contenções adotadas estão surtindo efeito positivo.
- Introduzir na área a montante da cabeceira das incisões erosivas a Castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.) com espaçamento de 1m x 1m nas linhas de plantio.
- Com um pluviômetro medir os totais diários de chuva no período do experimento. Os dados desse pluviômetro servirão para se fazer uma correlação entre os índices pluviométricos com os totais erodidos do período.
- Testes de infiltração e coleta de amostras de solo para análise granulométricas foram realizadas no sentido de entender melhor a dinâmica que envolve a formação do escoamento superficial e conseqüentemente o surgimento e expansão das incisões ali existentes.

3. RESULTADOS PARCIAIS OBTIDOS

No local, foram encontradas três voçorocas, várias ravinas e algumas dezenas de sulcos. Tanto os sulcos quanto as ravinas seguem a mesma direção e formam uma densa e complexa rede de canais, que tem como zona de captação as voçorocas, que em função dessa intrincada rede de canais, apresentam forma do tipo dendrítica (**figura 01**). Vale destacar, que as principais formas de voçorocas são: linear, bulbiforme, entreliça, composta, dendrítica, paralela (BIGARELLA & MAZUCHOWSKI, 1985) e retangular (VIEIRA, 1998).

Quanto ao escoamento superficial que se desenvolve na área de contribuição das voçorocas, observa-se: escoamento em lençol, fluxos lineares, microrravinas, microrravinas com cabeceiras e bifurcações com pontos de ruptura, aspectos esses descritos por Guerra (1999).

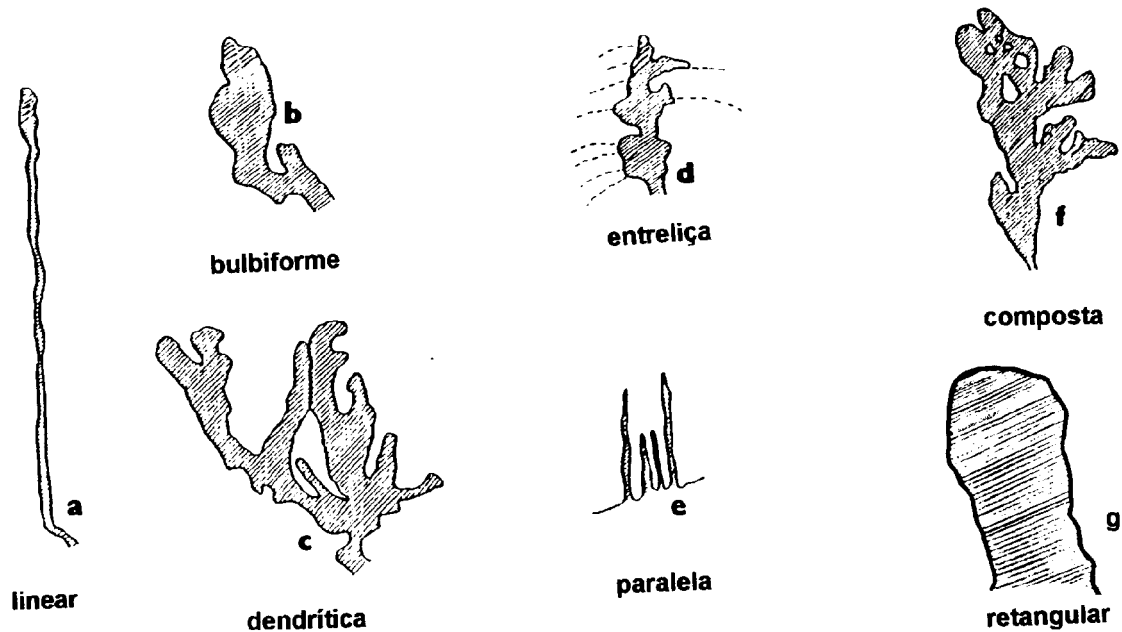


Figura 01 – Formas de Voçorocas segundo Bigarella e Mazuchowski (1985) com a introdução da forma retangular por Vieira (1998).

No interior da **voçoroca nº 01 (foto 02)**, verifica-se que a mesma desenvolve-se sobre dois tipos de solos, o *Latossolo-Amarelo* que compreende da cabeceira até a metade da incisão e desta até a parte mais a jusante, observa-se à presença de um *Espodossolo* (Podzol).

Ainda nesta voçoroca, observa-se a presença de várias outras feições: sulcos (tanto no interior quanto na cabeceira), ravina (na cabeceira), alcovas de regressão (principalmente na porção abrangida pelo *espodossolo*), pequenas marmitas, pedestais (dentro e fora das voçorocas), escamamentos (dentro), queda-em-bloco e filetes verticais na borda da incisão. Como mecanismos de expansão da incisão ocorrem com frequência o solapamento da borda da incisão, que retira a base de sustentação da parede por escoamento superficial promovendo assim a queda de todo o pacote.



Foto 02: Voçoroca 01 do Cirmam. (Vieira, 2004).

As alcovas de regressão são segundo Oliveira (1999) “feições erosivas que podem ser observadas sob diferentes condições litológicas e climáticas, podendo ser esculpidas tanto por escoamento superficial na forma de filetes subverticais [...], quanto pela exfiltração do lençol freático [...], ou ainda pela combinação desses dois mecanismos” (**foto 03**).



Foto 03: Alcova de regressão em uma das ramificações da voçoroca 01 do Cirmam. (Vieira, 2004)



As *demoiselles* ou pedestais estão relacionados à erosão por salpicamento ou ainda pelo escoamento superficial difuso que retira da camada mais superficial partículas soltas. (**foto 04**). Formam-se geralmente quando um material mais resistente (grânulos, seixos, folhas, etc) dificulta a ação da erosão por salpicamento, promovendo assim a formação de formas residuais.



Foto 04: Pedestais (*demoiselles*). (Vieira, 2004)

Podem ocorrer tanto no interior das incisões como sobre o terreno desprotegido de cobertura vegetal. A partir da ocorrência destas feições é possível “estimar as taxas de ablação pluvial da superfície nas quais são esculpidas” (OLIVEIRA, 1999).

Os escamamentos constituem feições formadas pelo acumulo de material fino (areia fina ou muito fina) sobre superfície mais resistente.

Outro aspecto bastante comum e que faz parte como uma das características das voçorocas é a ocorrência de queda em bloco das paredes da incisão. A queda desse material pode estar associada a desmoronamento do teto das alcovas, das paredes da incisão por solapamento, etc. e representam o estágio de evolução em que se encontra a voçoroca. Dependendo dos parâmetros dimensionais da incisão e da dinâmica dos processos e mecanismos atuantes, pode-se ter queda de pequenos ou grandes blocos, que podem variar desde pequenos torrões a até alguns metros cúbicos, como se observa em algumas voçorocas em Manaus.

Esta voçoroca (nº1) foi monitorada a partir da técnica denominada poligonal planimétrica, em que se obteve a forma do tipo dendrítica.



Esta incisão possuía no dia do monitoramento os seguintes parâmetros dimensionais: 28m de comprimento, 3,5m de largura o que lhe confere uma área de aproximadamente 98m² e com uma profundidade média de 2,1m, resultando numa perda de material em torno de 205,8m³.

Com os testes de infiltração realizados na área (n=02) obteve-se algumas taxas, como 51,73ml/min. e 99,57ml/min. com média em torno de 75,65ml/min. Esse valor representa comparativamente a outros resultados obtidos em Manaus uma taxa alta, ou seja, nas proximidades da borda da voçoroca a capacidade de infiltração foi boa, o que de certa forma inviabilizaria a ocorrência de processos erosivos intensos. No entanto, a evolução e expansão desta incisão ocorre em função do escoamento superficial concentrado que se forma na área de contribuição. Isso vem reforçar a necessidade de recuperação da cobertura vegetal para promover uma maior infiltração (um dos objetivos do projeto).

As voçorocas nº2 e nº3 não foram monitoradas a partir da técnica anteriormente descrita. No entanto, os dados dimensionais de ambas foram obtidos com a trena e croquis representativos.

A incisão nº2 (**foto 06**) refere-se a uma voçoroca do tipo conectada, com forma dendrítica (**figura 02**) com aproximadamente 28m de comprimento, cerca de 5m de largura o que lhe confere uma área de aproximadamente 140m² e com uma profundidade média de 3m, com perda de material em torno de 420m³. Apresenta as mesmas características de feições erosivas descrita na anterior, ou seja: presença de pequenas alcovas, marmitas, escamamentos e pedestais. Queda em blocos e solapamento da base da parede são também observados.



Foto 06 – voçoroca nº 02 / CIRMAM. (VIEIRA, 2004).

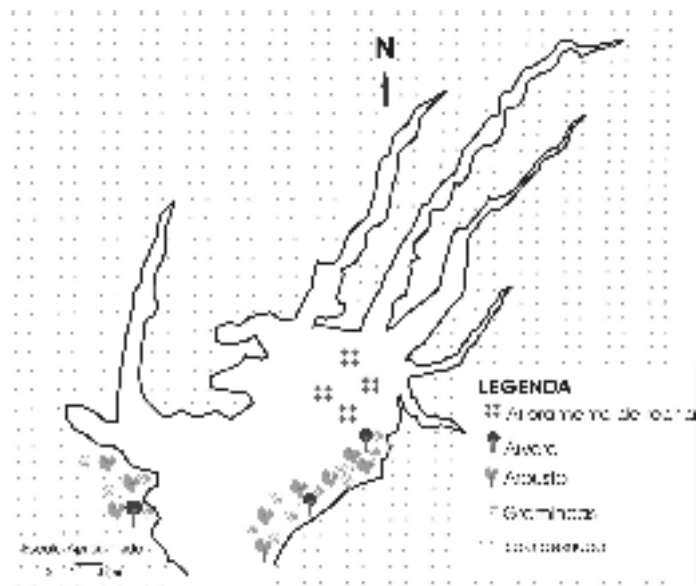


Figura 02 – Croqui da voçoroca Nº 2 / CIRMAM. (Muniz e Molinari, 22/01/04).

A incisão nº3 (**foto 07**) difere da incisão anterior por dois aspectos: 1) pela exposição do arenito que deu origem ao solo acima; 2) na cabeceira, a existência de um duto demonstra a dinâmica da água que conseguiu abrir passagem pelo arenito e vindo a desaguar diretamente no interior da incisão (**foto 08**).



Foto 07 – Voçoroca nº3 / CIRMAM. As linhas escuras marcam o contato direto entre o solo e o arenito (VIEIRA, 2004).



Foto 08 – Duto na cabeceira da voçoroca nº3 / CIRMAM. (VIEIRA, 2004).

Vale destacar que o poder do escoamento superficial foi o principal responsável pela característica da parede da incisão (arenito na parte inferior da parede e latossolo amarelo na parte superior). No entanto, pelo aspecto de pouca cimentação do arenito este pode ser facilmente desgastado (dependendo da intensidade). É também voçoroca do tipo conectada, com forma dendrítica (**figura 03**) com 70m de comprimento (aprox.), 3m de largura (média) o que lhe confere uma área de aproximadamente 210m² e com uma profundidade média de 4m, com perda de material em torno de 840m³.

As três grandes incisões (voçorocas) apresentam perda de solo em torno de 1465,8 m³, que é transportado por ação do escoamento superficial concentrado diretamente para o curso d'água que passa na parte a jusante das três incisões, contribuindo assim para o processo de assoreamento deste. Vale destacar que em toda área de contribuição há perdas também por escoamento superficial concentrado (ravinas e sulcos) ou difuso (erosão laminar), o que significa que o volume erodido é bem maior que o apresentado neste trabalho.

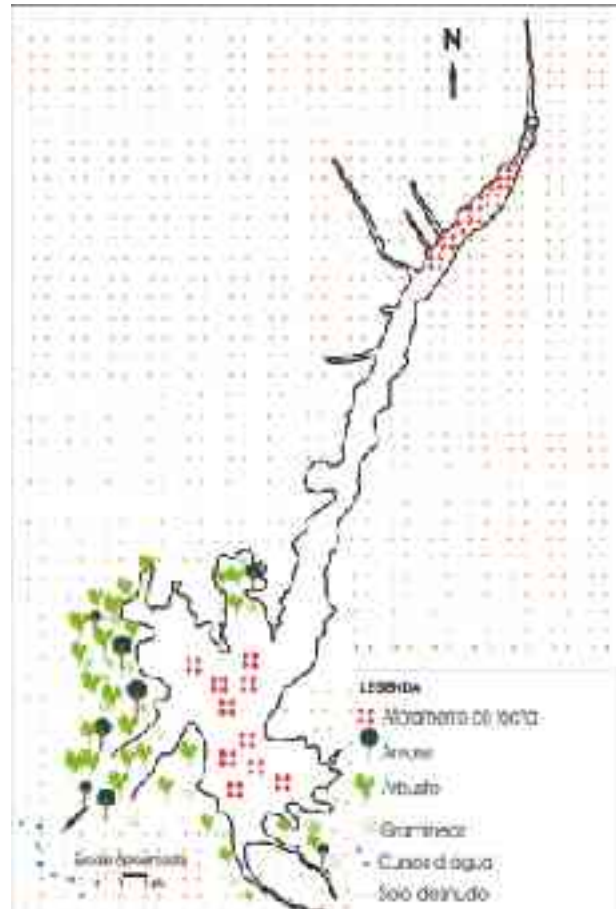


Figura 03 – Croqui da voçoroca nº 3 / CIRMAM. (Muniz e Molinari, 22/01/04)

4. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Aliado às características do solo, declividade do terreno e ausência de cobertura vegetal as chuvas encontram nesse tipo de ambiente as condições necessárias para o desencadeamento de processos erosivos. O processo inicia-se com a ação dos pingos da chuva que provocam a retirada de partículas soltas (que podem ser transportadas pela enxurrada) com a posterior compactação do terreno. Isso contribui para que a infiltração ocorra de forma mais lenta e conseqüentemente a possibilidade de formação de escoamento superficial, que dependendo das condições do terreno (declividade) pode formar escoamentos superficiais concentrados. Tem-se nesse momento, o aparecimento de pequenas incisões erosivas (sulcos)



que podem rapidamente (dependendo da concentração pluviométrica) evoluir para ravinas e voçorocas.

Este trabalho encontra-se na fase de execução, onde o plantio de 1000 mudas de castanheiras já foi executado como forma de recompor a serrapilheira e a cobertura vegetal que funcionam como mantos de proteção ao solo. Pequenas barragens de contenção estão sendo introduzidas na área do plantio como forma de impedir ou retardar a ação do escoamento superficial concentrado. Permitindo assim a fixação e progressão das mudas.



Figura 04 – Pequenas barragens de contenção na área do plantio com objetivo de conter a ação do escoamento superficial concentrado (sulcos). (Vieira, 2004).

Trata-se de um projeto piloto, uma vez que a área foi bastante degradada e ainda nada sabemos do poder de fixação da plantas no local. Espera-se que no final da pesquisa as técnicas empregadas mostrem resultados positivos e que a área seja recuperada.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

COSTA, R.C.R. da; NATALI FILHO, T. e OLIVEIRA, A.A.B. de Geomorfologia. **In: Projeto RADAMBRASIL**. Folha AS 20 - Manaus. Rio de Janeiro: DNPM, 1978. p. 165-244



GUERRA, A.J.T. O início do processo erosivo. **In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S. da e BOTELHO, R.G.M. Erosão e conservação dos solos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 17-55

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** 2ª Edição. Rio de Janeiro: IBGE – Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989.

OLIVEIRA, M.A.T. de; VIEIRA, A.F.G.; POSSAS, H.P.P.; PAISANI, J.C.; LOPES, L.J.; LIMA, M.S.B.; e PONTELLI, M.E. Evolução de voçorocas e integração de canais em áreas de cabeceira de drenagem: Município de Resende, RJ. **In: Revista Sociedade e Natureza.**v.8, n.º15. Uberlândia:EDUFU, 1996.

OLIVEIRA, M.A.T. de. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. **In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S. da e BOTELHO, R.G.M. Erosão e conservação dos solos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p.57-99

VIEIRA, A.F.G. **Erosão por voçorocas em áreas urbanas: o caso de Manaus (AM).** Dissertação (Mestrado). Florianópolis: UFSC, 1998. 222p.