

## **MONITORAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE DUAS VOÇOROCAS NO BAIRRO VILA BURITI, MANAUS (AM)**

### ***Monitoring and characterization of two gullies in the neighborhood Vila Buriti, Manaus (AM)***

Regiane Campos Magalhães  
Mestre em Geografia/ PPGGEO/UFAM  
[rcamposmagalhaes@bol.com.br](mailto:rcamposmagalhaes@bol.com.br).

Antonio Fábio Sabbá Guimarães Vieira  
Professor Adjunto 2 (Doutor), UFAM/DEGEO/PPGGEO  
[fabiovieira@ufam.edu.br](mailto:fabiovieira@ufam.edu.br)

Raimundo Nonato de Abreu Aquino  
Mestre em Geografia/ PPGGEO/UFAM, Assistente em C & T/INPA-Manaus  
[nonatoaquino@hotmail.com](mailto:nonatoaquino@hotmail.com)

Sidiney Araujo Glória  
Mestre em Geografia/PPGGEO/UFAM, SEMED/Manaus

Davi Grijó Cavalcante  
Mestre em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, CCA/UFAM

## **RESUMO**

Este trabalho trata do monitoramento de 02 (duas) voçorocas localizadas em Manaus/AM, através da técnica Poligonal Planimétrica. Foi realizado também a caracterização e classificação das incisões, quanto ao tipo, forma e tamanho. E por fim, foram identificadas as feições erosivas secundárias e os mecanismos de retrabalhamento. A voçoroca (V1) apresentou as menores dimensões, sendo caracterizada como o tipo desconectada e com a forma retangular. A voçoroca (V2), apresentou-se bastante ativa e com um grande número de feições de retrabalhamento, tipo desconectada e forma bifurcada. As duas incisões, ocupam uma área em torno de 8.500 m<sup>2</sup>, com volume erodido de solo, próximo de 352.000 m<sup>3</sup>.

**Palavras-Chave:** Voçoroca; Técnica Poligonal Planimétrica; Manaus.

## **ABSTRACT**

This work treat of the monitoring of 02 (two) gullies located in Manaus / AM, using the Polygon Planimetric Technique. Was also carried out the characterization and classification of the incisions, the type, size and forms. Finally, was identified the erosional features and mechanisms of secondary reworking. The gully (V1) had the smallest dimensions, being characterized as the type disconnected and with the rectangular form. The gully (V2), appeared very active and with a large number of features of reworking, such as disconnected and forked form. The two incisions, occupy an area of around 8,500 m<sup>2</sup>, with a volume of eroded soil, close to 352,000 m<sup>3</sup>.

**Keywords:** Gully; Monitoring; Manaus.

## INTRODUÇÃO

Muito embora os problemas de erosão de solo sejam geralmente oriundos na relação do solo desprovido e do impacto das gotas de chuva (*splash*), Guerra (1994) destaca o papel dos fatores controladores, que envolvem os processos hidrológicos, propriedades físicas dos solos (erodibilidade), erosividade, características da encosta e a ação antrópica. Podem ser acrescentados também outros fatores, como os controles litológicos e as mudanças climáticas (VALENTIN *et al.*, 2005).

Neste sentido, a voçoroca é produto do processo erosivo que por vez é desencadeado pelos fatores controladores, sendo definida como uma incisão que apresenta queda em bloco das camadas do solo, paredes verticais, fundo plano, secção transversal em **U** e profundidade superior a 1,5 m, apresentando largura e comprimento superiores a 3m (VIEIRA, 2008).

Portanto, dependendo da magnitude da voçoroca, a mesma pode desencadear implicações socioeconômicas, como desvalorização de terrenos, perdas de residências e nos casos extremos, pode provocar risco de vida.

Apesar do grande número de voçorocas existentes na área urbana de Manaus, 02 voçorocas localizadas na Vila Buriti, foram escolhidas para este trabalho. Assim, este trabalho teve como principal objetivo o monitoramento e caracterização dessas incisões, procurando classifica-las quanto ao tipo, forma, tamanho e volume erodido, assim como identificar as feições erosivas secundárias e os mecanismos de retrabalhamento.

## 1. MATERIAIS E MÉTODOS

A atividade de campo foi realizada na área da Superintendência Adjunta de Operações – SAO/Suframa (antiga SIDERAMA), no bairro Vila Buriti, localizado na Zona sul de Manaus (**Figura 1**).

A litologia da cidade de Manaus “é constituída basicamente pela Formação Alter do Chão” (VIEIRA, 2008). O Município de Manaus está inserido no Planalto da Amazônia Oriental e se caracteriza por um modelado de formas de topos convexos ou planos, com ocorrência descontínua de morros residuais

de topos planos chamados tabuleiros (ROSS, 2000). O clima amazônico é segundo Koeppen (1948) Af: clima tropical chuvoso, temperatura de todos os meses superior a 18°C, as chuvas anuais superam os 750 mm e são contínuas todos os meses. Segundo Aguiar (1995) a temperatura média compensada 26,7°, média das máximas 31,5° e médias das mínimas 23,2°. Para a umidade relativa, média 83% e para precipitação total acumulado (média anual) 2.291.8 mm e dias de chuva (média anual) 190 dias.



**FIGURA 1:** Mapa de localização da área de estudo. Organização: Davi Grijó, 2010.

Em Manaus, duas classes de solo podem ser mais facilmente evidenciadas: os Latossolos e os Espodossolos. O primeiro, com variações de cor amarela a vermelho-amarela, de constituição bastante argilosa, é solo de maior representatividade em Manaus (VIEIRA, 2008). O tipo de vegetação que predomina no sítio urbano de Manaus é do tipo Floresta Ombrófila Densa, Bohrer e Gonçalves (1991). A cidade de Manaus é cortada por densa e intrincada rede de canais (igarapés) na qual o rio Negro destaca-se como o principal agente de drenagem (COSTA *et al.*, 1978) e tem seu baixo curso situado nessa unidade morfoescultural (Planalto da Amazônia Oriental), funcionando como limite natural para expansão da cidade em direção ao sul,

assim como os rios Tarumã Açu a oeste e o Puraquequara a leste (VIEIRA, 2008).

Para a condução deste trabalho, foi aplicada a técnica denominada Poligonal Planimétrica, descrita por Oliveira (1997) para monitorar as voçorocas (**Figura 2**). O monitoramento inicia-se com uma bússola, a partir da qual é tomado o azimute de um ponto fixo na área e que sirva para marcar o ponto principal, de onde partirá a linha mestra do monitoramento. A partir deste ângulo (azimutal) foram distribuídos diversos pontos de forma ordenada ao longo das bordas das voçorocas utilizando um transferidor ( $360^\circ$ ). Descrevendo de outra forma, Oliveira *et al.* (1996) destaca que essa técnica se inicia a partir de uma linha mestra a qual é definida a partir do ponto que se quer monitorar. As extremidades destas linhas devem ser marcadas utilizando pontos fixos (estacas, árvores, etc.) no local de cada voçoroca monitorada. Com uma bússola, obtém-se o azimute de cada linha mestra.

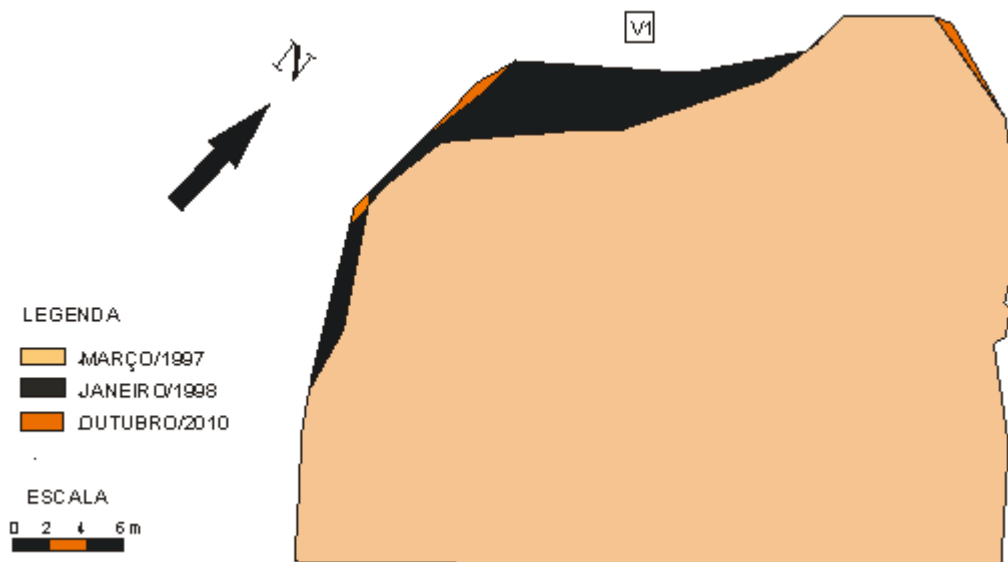
No momento da medição, grampos de metal são fincados nos contornos da borda da voçoroca. A partir de cada grampo, um fio de nylon é esticado até uma das extremidades que denominaremos aqui de **Ponto A**. Através de um transferidor medem-se os sucessivos ângulos de cada linha em relação à linha mestra e com uma trena as distâncias entre o grampo e o Ponto A.

Medições de profundidade em diferentes pontos da incisão permitem o cálculo do volume de solo evacuado. Com a repetição desta técnica periodicamente, pode-se calcular o volume global erodido e estimar as taxas de erosão entre os diferentes períodos monitorados (OLIVEIRA *et al.*, 1996).

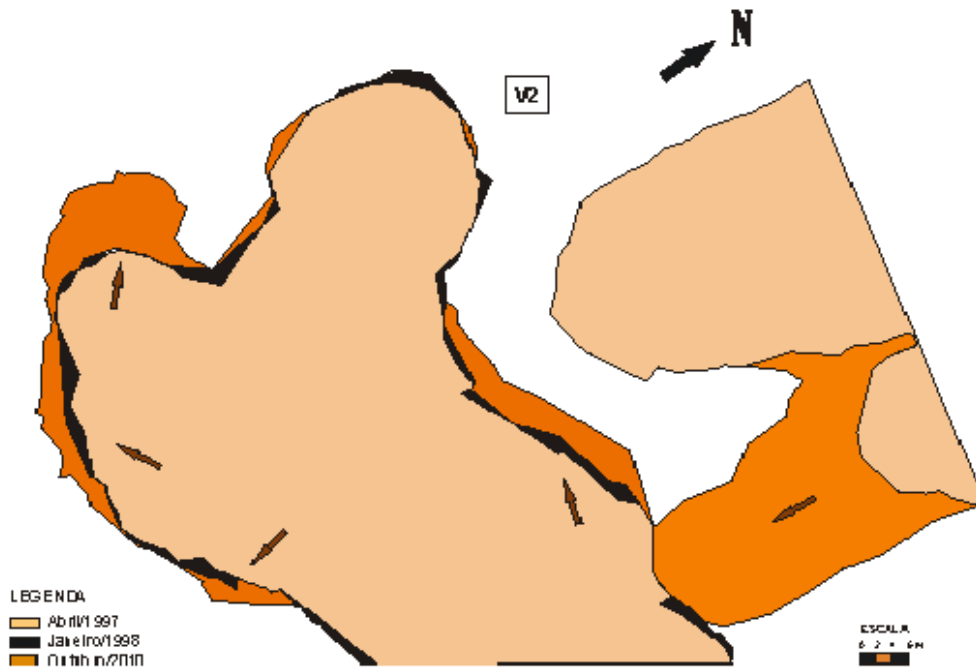
A partir da plotagem das voçorocas foi possível estimar a área ( $m^2$ ) e forma da incisão (**Figura 3 e 4**). Em seguida foi tencionada uma linha mestra ao lado da incisão (**Figura 5**), posteriormente foi sendo esticada uma linha em cada reentrância na cabeceira da voçoroca para o conhecimento do ângulo por meio de um transferidor, sendo paralelamente utilizada uma trena de 100 m, no qual foi possível medir a distância desse ângulo, e conseqüentemente mensurado todo o entorno da borda.



**FIGURA 2:** Localização das voçorocas V1 e V2 (contorno vermelho) e voçorocas V3 (contorno azul) em imagem Quick Bird (2009). Organização: Davi Grijó e Antonio F.S.G. Vieira, 2012.



**FIGURA 3:** Monitoramento da voçoroca (V1). Organização: Antonio F.S.G. Vieira, 2012.



**FIGURA 4:** Monitoramento da voçoroca (V2). Setas indicam o sentido de expansão da voçoroca. Organização: Antonio F.\_G. Vieira, 2012.



**FIGURA 5:** Monitoramento da voçoroca a partir da linha mestra. Borda da voçoroca com grandes fendas. Foto de Sidney Araújo Glória, 2010.

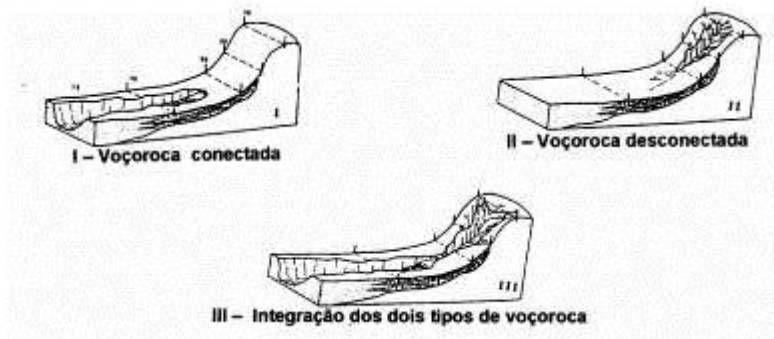
Para melhor entender os processos atuantes na área se fez necessário a identificação das espécies vegetais no entorno, na encosta e no interior das incisões, onde foram identificadas as seguintes espécies: Pacote (*Cochlospermaceae*, *Cochlospermum Orinocense*), Marupa (*Simaroubaceae*, *Simarouba Amara*), Pau pombo (*Anacardiaceae* – *Tapirira Guianensis*), Murici (*Malpighiaceae* – *Byrsonima Chrysophylla*) Mata pau (*Moraceae* – *Ficus Krukovii*), Lacre vermelho (*Clusiaceae* - *Vismia Guianensis*), Capitiu

(*Siparunaceae* – *Siparuna Guianensis*) Rabo de arara (*Rubiaceae* – *Warszewiczia Coccinea*), classificadas conforme Guia de Identificação de Plantas Vasculares de uma Floresta de Terra-firme na Amazônia Central (RIBEIRO, 1999). Pôde-se verificar que a vegetação tem um papel fundamental na estabilização de processos erosivos, como será visto nos resultados e discussões mais adiante.

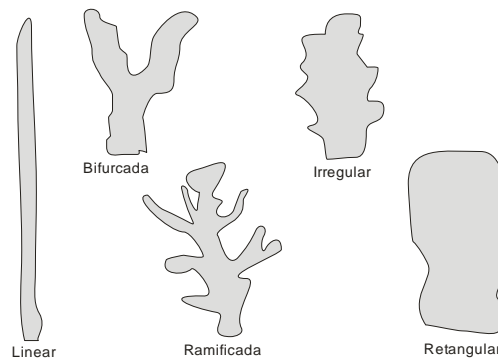
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1. Caracterização das voçorocas

Tanto a voçoroca (V1) quanto a (V2) são do tipo desconectadas, conforme classificação de Oliveira (1992) (**Figura 6**). Quanto à forma das voçorocas foram visualizadas por meio de observação direta a campo, a técnica Poligonal Planimétrica e baseado nos trabalhos Bigarella e Mazuchowski (1985), que classificaram as principais formas de voçorocas como: linear, bulbiforme, entreliça, composta, dendrítica e paralela e a forma retangular (VIEIRA, 1998). Tendo em vista que a voçoroca (V1) apresentou forma retangular e a voçoroca (V2) como bifurcada, conforme (**Figura 7**).



**FIGURA 6:** Tipos de voçorocas segundo Oliveira (1992).



**FIGURA 7:** Formas de Voçorocas (VIEIRA, 2008).

A caracterização das vertentes das voçorocas (V1 e V2) compõem-se dos seguintes aspectos: declividade, comprimento, largura, profundidade, volume erodido, tamanho, cobertura vegetal e feições erosivas (filetes verticais, marmitas, alcovas de regressão, marmitas, escamamentos e pedestais) ao longo das encostas (interflúvio, encosta e fundo do vale). Quanto às técnicas utilizadas: observações diretas, anotações em caderneta, utilização de bússola e trena.

A fim de melhor exemplificar as informações morfométricas das voçorocas (V1 e V2) foi elaborado um quadro descritivo (**QUADRO 1**):

**QUADRO 1:** Valores dimensionais das voçorocas (V1 e V2)\*.

| ITENS                                  | V1                      | V2                       |
|--|-------------------------|--------------------------|
| Largura (m)                            | 42,9 m                  | 133,8 m                  |
| Comprimento (m)                        | 29,0 m                  | 54,0m                    |
| Profundidade (m)                       | 17,0 m                  | 18,0 m                   |
| Área (m <sup>2</sup> )                 | 1447,1 m <sup>2</sup>   | 7225,2 m <sup>2</sup>    |
| Volume Médio Erodido (m <sup>3</sup> ) | 24.600,7 m <sup>3</sup> | 130.053,6 m <sup>3</sup> |
| Tamanho                                | Grande                  | Muito Grande             |

\*Valores com base somente na área monitorada.

Organização: Regiane Campos Magalhães e Antonio F.S.G. Vieira, 2012.

Os dados apurados e analisados mediante a técnica *Poligonal Planimétrica*, permitiu levantar em campo as dimensões de cada incisão (comprimento, largura, profundidade e conseqüentemente área e volume erodidos). Os dados mensurados mostraram que a **V1** apresentou-se menor em todos os parâmetros verificados

O tamanho das voçorocas foi verificado conforme modelo, no qual existem cinco escalas de tamanho, conforme descritos no **Quadro 2**. Nesse sentido, a voçoroca **V1** foi classificada como Grande, enquanto a voçoroca **V2** como Muito Grande.

**QUADRO 2 –** Classificação das voçorocas por tamanho (m<sup>3</sup>)\*.

| Ord. | Volume erodido                                   | Tamanho       |
|------|--|---------------|
| 01   | até 999 m <sup>3</sup>                           | Muito pequena |
| 02   | de 1.000 m <sup>3</sup> até 9.999 m <sup>3</sup> | Pequena       |
| 03   | entre 10.000 e 19.999 m <sup>3</sup>             | Média         |
| 04   | entre 20.000 e 40.000 m <sup>3</sup>             | Grande        |
| 05   | mais de 40.000 m <sup>3</sup>                    | Muito grande  |

\*Vieira e Albuquerque (2004).



As duas incisões mesmo não apresentando dados semelhantes de morfometria, seguiram o mesmo padrão de desenvolvimento, ou seja, cresceram de forma bastante rápida no início da evolução, a partir da base da encosta em direção ao platô, onde a velocidade diminuiu também na mesma velocidade.

### **3.2 Feições erosivas e mecanismo de retrabalhamento nas duas voçorocas**

Várias caneluras (**Figura 8**) foram identificadas nos paredões da voçoroca **V1**. Tais feições são oriundas do escoamento superficial vertical por adesão, desencadeada principalmente pela ausência da cobertura vegetal.



**FIGURA 8:** Feição erosiva do tipo canelura na parede da voçoroca V1. Foto de Raimundo N. de A. Aquino, 2010.

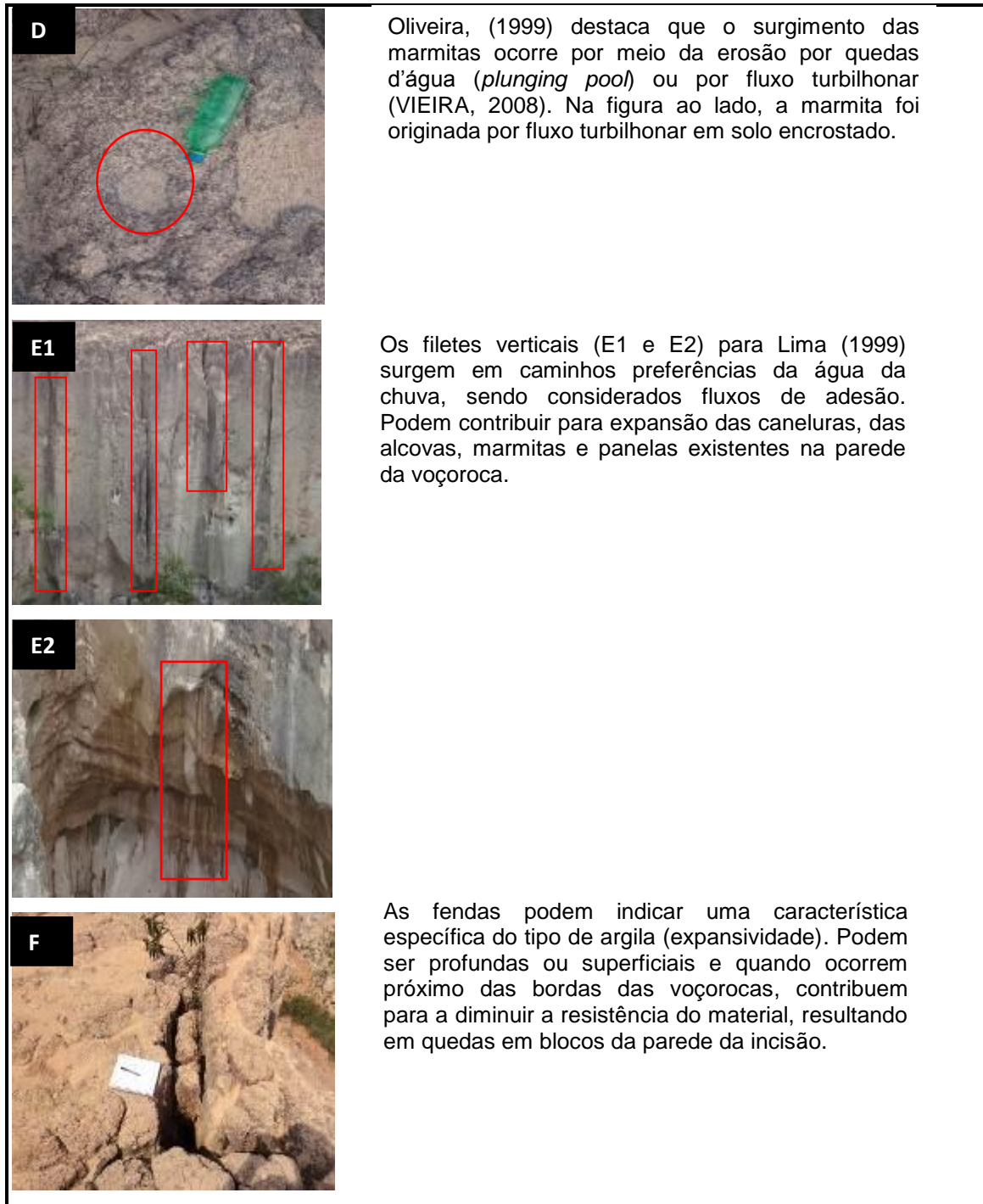
Também foram percebidas marcas no fundo e na parede da voçoroca V1, de antigos movimentos de massa do tipo escorregamento translacionais (**Figura 9**). Segundo Fernandes (1996) esse tipo de escorregamento é em geral comprido e raso, onde seu plano de ruptura encontra-se normalmente com profundidade variante entre 0,5 m e 5,0 m. Tanto as feições erosivas quanto os mecanismos de retrabalhamento podem ocorrer no interior de uma voçoroca, porém em pequenas proporções.



**FIGURA 9:** Na proximidade da cabeceira e bordas da incisão, material removido da cabeceira e das paredes da incisão (setas). Foto de Sidiney A. Glória, 2010.

Na voçoroca **V2** foram identificados diversos tipos de feições erosivas, tais como: alcova de regressão (A); pedestal (B); escamamento (C); marmitta (D); caneluras (E); filetes verticais (F) e fendas de tração (G) (**Figura 10**).





**FIGURA 10:** Feições erosivas na voçoroca (V2). Fotos de Raimundo N. de A. Aquino, 2010.

Os mecanismos de retrabalhamento nesta voçoroca ocorrem em pequenas proporções, por meio de dois tipos de movimento de massa, o escorregamento translacional (**Figura 11**) e a queda em bloco (**Figura 12**). Para tanto Fernandes (1996) afirma que, o movimento do tipo queda de blocos ou lascas é oriundo de movimentos abruptos decorrente da ação da gravidade

com ausência da superfície de deslizamento. Neste sentido, tais evidências apontam que a ocorrência da queda de blocos, seja referente à encosta da voçoroca ser bastante íngreme, apresentando paredões rochosos descontínuos com diversas fraturas.



**FIGURA 11:** Movimento de massa do tipo translacional (seta vermelha) e marcas verticais deixada nas paredes da voçoroca (seta amarela). Numa visão mais geral do fundo da incisão, verifica-se a ocorrência em vários pontos com pequenos movimentos massa (setas brancas) e fendas ao longo da borda da incisão (setas azuis). Fotos de Sidiney A. Glória, 2010.



**FIGURA 12:** Movimento de massa do tipo queda em bloco na voçoroca V2. Foto de Raimundo N. de A. Aquino, 2010.

Outra atividade de retrabalhamento identificada em campo (V2) foi o solapamento que ocorre na base da parede da incisão, através do escoamento superficial (**Figura 13**), que vai desprendendo gradativamente o solo exposto, juntamente com o auxílio da força gravitacional, cujo produto é o desabamento.



**FIGURA 13:** Solapamento basal decorrente do escoamento superficial concentrado. Foto de Raimundo N. de A. Aquino, 2010.

Nas paredes da voçoroca verificaram-se marcas de escoamento superficial na forma de fluxos de adesão (**Figura 14**) principalmente após eventos chuvosos, fator que indica que a voçoroca **V2** encontra-se ativa.



**FIGURA 14:** Marcas de escoamento na parede da voçoroca V2. Foto de Raimundo N. de A. Aquino, 2010.

Esta voçoroca apresenta vegetação secundária em alguns pontos no seu interior, porém de forma espaçada, o que não impede a ocorrência de escoamento superficial concentrado no seu interior (**Figura 15**), contribuindo para o transporte de material solto do fundo da voçoroca.



**FIGURA 15:** Vegetação no interior da voçoroca (canto superior esquerdo) e marcas do escoamento superficial concentrado (canto inferior direito). Foto de Raimundo N. de A. Aquino, 2010.

## CONCLUSÕES

A voçoroca V2 constitui-se da junção de duas voçorocas (V2 e V3) monitoradas pela primeira vez em 1996, quando esta foi caracterizada pelo tamanho como  **muito grande** , conforme a classificação existente (VIEIRA e ALBUQUERQUE, 2004). Encontra-se em estágio de crescimento considerado moderado à lento na cabeceira e em estado de estabilização nas bordas, exceto a borda que se uniu à antiga voçoroca (V3). Já a voçoroca V1 encontra-se em estado de estabilização, fato comprovado pelo monitoramento realizado e pela forte presença de vegetação no seu interior. Esta pode ser considerada uma  **grande**  voçoroca conforme a classificação existente (VIEIRA e ALBUQUERQUE, 2004). Ambas incisões são do tipo desconectada, sendo a V1 com a forma retangular e a V2 apresentando-se na forma irregular.

O solo próximo a estas voçorocas está bastante encrostado (decorrente da retirada da vegetação e pela terraplanagem), aspecto que dificulta a infiltração, mas favorece a conseqüente formação de escoamento superficial.

No que se refere aos mecanismos de retrabalhamento, os mesmos apresentam características e condicionantes diferentes. No entanto, uma analogia se apresenta entre as duas voçorocas: a formação de depósitos de sedimentos originários das paredes das incisões, depositados na saída da mesma, na forma de pequenos deltas. Vale destacar, que somente a voçoroca (V2) encontra-se ativa por meio de movimentos de massa do tipo escorregamento translacional e queda em bloco.

As voçorocas (V1) e (v2) atingiram estágios avançados de evolução, o que requer um levantamento bem mais preciso de seus limites, potencialidades e um monitoramento mais prolongado das áreas afetadas do entorno. Ainda assim, foi possível perceber que cada uma apresenta crescimento diferenciado, sendo a V1 em estágio de estagnação e a V2 em estágio lento à moderado de crescimento.

## **REFERÊNCIAS**

AGUIAR, F. E. O. **As alterações climáticas em Manaus no século XX.** (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1995. 182p.

ARAÚJO, G. H. de S.; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas.** 3ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. 320p.

BOHRER, C.B.de A. e GONÇALVES, L.M.C. Vegetação. **In: Geografia do Brasil. Região Norte.** Volume 3. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. p.137-168.

DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e Caracterização de Áreas Degradadas. **In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. de. Recuperação de áreas degradadas.** Viçosa: UFV. Departamento de Solos, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p.1-7.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de Massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. **In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Orgs.) Geomorfologia e Meio Ambiente.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

FERREIRA, M. J. **Alterações físico-químicas do solo e características fisiológicas de plantas jovens de Bertholletia excelsa H. B. crescendo em área degradada e submetidas a diferentes fontes de adubação.**

(Dissertação de Mestrado). Manaus, AM: Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais - INPA, 2008.

KOEPPEN, W. **Climatologia**. Fondo de Cultura Econômica México-Buenos Aires, 1948.

PEREIRA, A. R. **Como selecionar plantas para área degradadas e controle de erosão**. Belo Horizonte: Editora FAPI, 2008.

LIMA, M. C. **Contribuição ao Estudo do Processo Evolutivo de Boçorocas na Área Urbana de Manaus**. (Dissertação de Mestrado). Brasília – DF: Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília - Faculdade de Tecnologia. 150p.

MOLINARI, C. D. **Dinâmica erosiva em cicatrizes de movimento de massa – Presidente Figueiredo (Amazonas)**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MOREIRA, Paulo Roberto. **Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, poços de caldas, MG**. (Tese de doutorado). Rio Claro, São Paulo, 2004.

MUNIZ, L.da S.; VIEIRA, A.F.G.; ALBUQUERQUE, A.R.da C. (2004). Voçorocas do Distrito Industrial II – Manaus (AM). In: **V Simpósio Nacional de Geomorfologia e I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia**. Santa Maria: UFSM. 13p.

OLIVEIRA, M. A. T. de. **Towards the Integration of subsurface flow and flow in gully head extension: issues from a conceptual model for gully erosion e evolution**. South African Geographical Journal; 1997 (Edição Especial), 120-128.

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

RIBEIRO, José L. da S.(*et al.*). **Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central**. Manaus: INPA, 1999. 816p.

RIBEIRO, W. C. **A Ordem Ambiental Internacional**. 2ª. ed., 1ª. reimpressão – São Paulo: Contexto, 2008.



REIS, N. J. (et al.). **Geologia e Recursos Minerais do Estado do Amazonas**. Manaus: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2006. 125 p.

ROSS, J.L.S. Fundamentos da Geografia da Natureza. In: \_\_\_\_\_ (org.). **Geografia do Brasil**. São Paulo: EDUSP, 2000, p. 13-65.

STERNBERG, H. O. **A água e o homem na várzea do Careiro**. Belém: Museu Paraense Emilio Gueldi, 1998.

VIEIRA, A.F.G.; ALBUQUERQUE, A.R.da C. Cadastramento de voçorocas e análise de risco erosivo em estradas: BR-174 (Trecho Manaus – Presidente Figueiredo). In: **V Simpósio Nacional de Geomorfologia e I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia**. (Anais). Santa Maria: UGB/UFSM, 2004. p. 50-65

VIEIRA, A. F. G. **Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (AM): principais fatores controladores e impactos urbano-ambientais**. (Tese de Doutorado). Florianópolis: UFSC/Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.