

## **O CADASTRAMENTO COMO FORMA DE IDENTIFICAÇÃO, LOCALIZAÇÃO E MONITORAMENTO DE VOÇOROCAS.**

Antonio Fábio Guimarães Vieira, Depto. de Geografia/UFAM. [afabiogv@bol.com.br](mailto:afabiogv@bol.com.br)

### **1 INTRODUÇÃO:**

Neste artigo, trataremos dos resultados obtidos através do cadastramento de voçorocas em Manaus (AM). Esse cadastramento pode ser dividido em três fases ou etapas: a primeira fase diz respeito ao primeiro levantamento realizado no período de agosto/1994 a julho/1995, quando da realização de um projeto de Iniciação Científica e a segunda fase refere-se ao segundo cadastramento realizado no ano de 1997, quando dos levantamentos de dados para a realização da dissertação de mestrado intitulada *Erosão por voçorocas em áreas urbanas: o caso de Manaus (AM)*, defendida no ano de 1998 na UFSC. E a terceira fase, compreende o cadastramento realizado em 1999, onde constatou-se a existência de mais 26 voçorocas na área do Distrito Industrial II (área não trabalhada nos anos anteriores).

Em função do cadastramento é possível verificar por exemplo, de que forma estão distribuídas espacialmente (Zonas Administrativas: Norte, Sul, Leste, Oeste, Centro-Sul e Centro-Oeste) as voçorocas dentro do Sítio Urbano de Manaus e em que tipo de encostas (convexas e côncavas) essas incisões costumam predominar (VIEIRA, 1998a).

Outras informações podem ser observadas, como a que se refere aos parâmetros dimensionais (comprimento, largura e profundidade), o estágio de evolução (em franco crescimento, em vias de estagnar ou estagnada), o sentido de evolução (N, S, E, W, NE, etc.), o volume de material erodido e quais os fatores que mais estariam contribuindo para o avanço destas incisões (características do terreno, como: declividade, grau de cobertura vegetal, etc.), assim como algumas características pertinentes a cada uma das cinco voçorocas monitoradas, como: existência de alcovas de regressão e fendas nas bordas da voçoroca que ajudam na expansão desta incisão, dentre outras características como influência antrópica (VIEIRA, 1998a).

Outras informações, como a apresentação de informações a cerca da existência ou não de medidas de contenção nas voçorocas cadastradas no 1º cadastramento. No caso das voçorocas que receberam algum tipo de medida de contenção, as informações serão apresentadas de três formas: voçorocas que receberam medidas de contenção por ação direta do poder público; voçorocas que receberam medidas de contenção por ação indireta e, por último, aquelas voçorocas que receberam algum tipo de contenção por ação dos próprios moradores afetados (VIEIRA, 1999b).

### **2 CADASTRAMENTO:**

No primeiro levantamento realizado em Manaus, no período de agosto/1994 a julho/1995, foram cadastradas 40 “voçorocas”. No segundo cadastramento realizado no ano de 1997, 4 voçorocas foram incluídas neste total.

No entanto, entendendo as voçorocas como sendo incisões erosivas com profundidade e largura superior a 1,5m e comprimento maior que 3m, apresentando ainda fundo plano, paredes verticais (calha em forma de U), com desmoronamento das paredes em blocos, percebemos que algumas incisões erosivas (n=13) classificadas como voçorocas

eram, na verdade ravinas, perfazendo desta forma um total de 27 voçorocas cadastradas no primeiro momento. No ano de 1999, foram descobertas 26 voçorocas em pleno processo de evolução (VIEIRA et al., 1999). A área de atuação dessas voçorocas compreende a área de expansão do Distrito Industrial de Manaus (Distrito Industrial II). No entanto, essas 26 incisões não foram estudadas em detalhe. Neste trabalho, as informações aqui contidas referem-se aos cadastramentos anteriores (1994 a 1995 e 1997).

Portanto, do total de 31 voçorocas (27 do 1º Cad. + 4 do 2º Cad.) 14 receberam ações e/ou obras de contenção impedindo a sua respectiva evolução. Totalizando 17 voçorocas em evolução, em Manaus (VIEIRA, 1998b).

Utilizando o modelo proposto por Oliveira et al. (1994) sobre o tipo da voçoroca (conectada, desconectada e integrada) e o modelo de Ireland et al. (1939, *apud* BIGARELLA & MAZUCHOWSKI, 1985) sobre forma (linear, bulbiforme, dendrítica, entreliça, paralela e composta) e forma retangular (VIEIRA, 1998c) observamos que do total de 17 voçorocas, 5 são conectadas, onde os fluxos superficiais são em suma responsáveis pela formação e evolução das voçorocas em Manaus, ao contrário do que Oliveira et al. (1994) verificaram no município de Bananal (SP), onde as voçorocas conectadas estariam mais relacionadas aos fluxos subsuperficiais. O restante das voçorocas apresenta-se quanto ao tipo a seguinte ordem: 6 integradas e 6 desconectadas.

Em geral, observa-se em Manaus que o surgimento da maioria das voçorocas está ligado basicamente ao escoamento superficial concentrado. Devemos levar em consideração também que em ambientes como as cidades, os aparelhos urbanos<sup>2</sup> nelas empregados favorecem por exemplo a formação de fluxos superficiais concentrados, que na maioria dos casos são mais intensos que os observados em zonas rurais.

Quanto à forma, apesar da grande diversificação, observou-se que existem, em sua maioria, voçorocas com a forma retangular, onde a cabeceira varia de triangular a arredondada (VIEIRA, 1999a).

Os processos mais atuantes observados nessas 17 voçorocas foram: o escoamento superficial concentrado ligado às condições de drenagem urbana (impermeabilização do terreno com o asfaltamento de ruas e avenidas) e os filetes verticais que, percorrendo a parede das voçorocas, propiciam a retirada e transporte de materiais e o aparecimento de alcovas, onde a camada apresenta-se menos resistente à ação das águas do escoamento vertical.

No que diz respeito às feições erosivas verificou-se que, em quase sua totalidade, as voçorocas apresentavam alcovas de regressão e fendas de contração. Nas voçorocas em Manaus, as alcovas desenvolvem-se geralmente nos horizontes inferiores (no final da parede, no contato com o fundo chato da voçoroca) que, no caso de voçorocas monitoradas neste trabalho, são em geral mais friáveis, ou seja, apresentam textura que varia de arenosa, siltosa, areia franca, franco siltosa, franco arenosa a argilo-arenosa. As fendas de contração aparecem em superfície exposta diretamente ao sol.

Observou-se também que 41% das voçorocas trabalhadas apresentavam profundidades superiores a 12 m e 59% apresentavam profundidades que variavam de 2 a 12 m. A respeito da largura, 59% apresentavam largura superior a 12,1 m e 41% apresentavam comprimento superior a 54 m. No geral, as voçorocas de Manaus apresentam em média um comprimento em torno de 50,5 m e uma largura média de 25,2 m. Em

encostas côncavas, verificam-se os maiores valores em termos de profundidade com média de 13 m; largura com cerca de 33 m e comprimento em média de 58 m. Ficando desta forma para as encostas convexas as menores médias, ou seja, comprimento médio de 52 m, largura média de 28,4 m e profundidade média em torno dos 11 m (VIEIRA, 1998b) (**Quadro 01**).

A expressão *aparelhos urbanos* aqui empregada refere-se às modificações introduzidas pelo homem no espaço ocupado, como: vias pavimentadas, canais pluviais, sistemas de esgotos, guias, sarjetas, etc. principalmente em solo de textura argilosa a muito argilosa.

**Quadro 01** – Voçorocas em estágio de evolução em Manaus até 01/1998.

VOÇOROCAS DE MANAUS (AM)								
°	TIPO	FORMA	ZONA	OMP	ARG	PROF	ENCOST A	ECLI
01	Conectada	Composta	Sul	42m	m	2,5m	Plana	°
02	Integrada	Retangular	Sul	0m	0,5m	4,9m	Convexa	°cab.
03	Conectada	Bulbiforme	Leste	80m	5	0	Côncava	6°
04	Conectada	Retangular	Leste	5m	2m	3m	Côncava	4°
05	Conectada	Retangular	Leste	74m	1m	1m	Côncava	9°
06	Conectada	Retangular	Leste	3m	6m	3m	Côncava	8°
07	Desconectada	Retangular	Leste	24m	1,5m	m	Côncava	8°
08	Desconectada	Linear	Leste	7m	m	m	Plana	°
09	Integrada	Retangular	Norte	0m	0m	7m	Convexa	2°
10	Conectada	Retangular	Norte	20m	0m	m	Convexa	2°
11	Desconectada	Entreliça	Norte	36,1m	m	2,8m	Convexa	2°
12	Desconectada	Entreliça	Norte	38m	0m	5,1m	Convexa	°cab.
13	Desconectada	Retangular	Norte	19,8m	5m	3,8m	Convexa	°cab.
14	Desconectada	Retangular	Centro-Oeste	35m	5m	11m	Convexa	39°
15	Integrada	Retangular	Sul	60m	38,5m	17m	Convexa	35°
16	Integrada	Retangular	Sul	15m	6m	8,7m	Convexa	40°
17	Integrada	Retangular	Sul	90m	7m	2m	Convexa	31°

Em Manaus, observa-se que cerca de 59% das voçorocas desenvolvem-se em encostas do tipo convexas. No entanto, esse tipo de encosta representa cerca de 45% das encostas da área estudada. Um outro ponto observado é que algumas voçorocas (n=09) apresentam suas cabeceiras em áreas relativamente planas com uma média de declividade de 2° e o “corpo” destas voçorocas está, em geral, em encostas que apresentam uma média de 28° de declividade (VIEIRA, 1998a).

Esta observação leva-nos a levantar a seguinte consideração no que diz respeito à influência da declividade no desenvolvimento de voçorocas em Manaus: Como não conseguimos observar a presença de voçorocas nas fotografias aéreas de 1991, chegamos então à conclusão de que as voçorocas cadastradas no ano de 1994/1995 tiveram no geral

um surgimento e expansão bastante acelerados, no início devido à declividade acentuada (entre 30° e 42°).

Hoje, como a maioria destas já apresenta suas cabeceiras em áreas relativamente planas e, por conseguinte, uma área que oferece pouca formação de fluxos superficiais, observa-se um processo de evolução cada vez mais lento, tendendo a estagnação no sentido da cabeceira principalmente (1998a).

Isso pôde ser comprovado no segundo cadastramento realizado no início do ano de 1997, quando estas voçorocas se apresentam entrando num processo cada vez mais lento de expansão, com algumas exceções, como é o caso das voçorocas Cobal e Canaranas-Desvio que apesar de apresentarem as cabeceiras em área relativamente plana, ainda recebem grande volume de água em virtude da canalização (esgoto) existente no local onde se desenvolvem.

Conclui-se a este respeito que, no primeiro momento, essas voçorocas tiveram um rápido crescimento devido a declividade da encosta e que posteriormente, se apresentam em um estágio mais moderado de crescimento em virtude da baixa declividade na área da cabeceira, que não favorece a formação de escoamento superficial. Desta forma, as voçorocas com essas características (cabeceira em área plana) apresentam-se em estágio bem mais lento do que o observado no início de seu surgimento.

### 3 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL:

A área urbana de Manaus é formada por cerca de 45% de encostas convexas e 55% de encostas côncavas. Observa-se também que as voçorocas estudadas neste trabalho desenvolvem-se mais em encostas convexas (59%), ao contrário do que Oliveira & Méis (1985) e Oliveira et al. (1994, 1995a) observaram no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, no Município de Bananal, onde 65% das voçorocas ocorrem nas unidades côncavas das encostas (VIEIRA, 1998b).

Em termos de zonas, as voçorocas estão distribuídas na cidade de Manaus, conforme **quadro 02**.

#### Quadro 02

<b>DISTRIBUIÇÃO DAS VOÇOROCAS EM MANAUS POR ZONAS</b>		
<b>Zonas</b>	<b>Quant.</b>	<b>%</b>
Norte	5	30
Leste	6	35
Sul	5	30
Centro-Oeste	1	5
Centro-Sul	0	0
Oeste	0	0
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>100%</b>

A Zona Norte é marcada, na década de 80, pelo início da construção de grandes conjuntos habitacionais, ao contrário da Zona Leste que, apesar de ter sido, no início, loteada para construção de casas populares, representa o reflexo das ocupações desordenadas.

Essas ocupações intensificaram-se em toda cidade e ainda acontecem no presente, onde áreas devolutas, de risco e de preservação ambiental são ocupadas, principalmente pelos migrantes, como observou Ribeiro Filho (1997). Verifica-se que as voçorocas estão concentradas quase em sua totalidade nas Zonas Norte, Sul e Leste como se observa no **quadro 02**.

Segundo Ribeiro Filho (1997), a Zona Oeste é marcada pela ocupação de órgãos militares e implantação de suas vilas, assim como, conjuntos voltados para segmentos sociais de elevado poder aquisitivo. Por outro lado, “as elites e a classe média tiveram espaços reservados em áreas nobres da cidade, com preferência para a Zona Centro-Sul, para construção de residências unifamiliares e/ou condomínios fechados” (RIBEIRO FILHO, 1997). A Zona Centro-Oeste apresenta um misto de classe média e baixa, com presença de grandes ocupações como o bairro da Compensa. A Zona Sul representa a ocupação mais antiga, onde se concentra a maior parte do setor comercial e a maior parte da população de Manaus.

De forma geral, em todos os setores da cidade, a ocupação desordenada e desenfreada marcou presença. Os espaços não ocupados, do início da década de 70 até a década de 90, hoje estão sendo densamente ocupados.

Com exceção das áreas ocupadas pelas classes alta e média-alta, verificam-se algumas falhas na infra-estrutura urbana, principalmente no que diz respeito ao despejo de águas servidas e da chuva, que acabam tendo um direcionamento inadequado, favorecendo o surgimento de problemas de ordem ambiental, como: assoreamento e contaminação de igarapés por lixo e material sedimentar oriundos do surgimento de processos erosivos intensos. Outros problemas estão ligados, por exemplo, à retirada de cobertura vegetal em sua quase totalidade para ocupação, a qual ocorre também em encostas de declividade acentuada (VIEIRA, 1998).

Levando em consideração esses aspectos e as observações de campo, no que diz respeito ao tipo de ocupação e infra-estrutura, podemos afirmar que as feições erosivas do tipo voçorocas existentes em Manaus, tiveram como causa principal de surgimento a má atuação antrópica no meio, uma vez que em áreas preservadas ou que tiveram um certo planejamento de ordem ambiental não se observa o surgimento de processos erosivos intensos.

Verifica-se, também que, em parte (n=06), as voçorocas apresentam suas respectivas evoluções ligadas tanto a fatores antrópicos como a fatores naturais. A exemplo, temos as Voçorocas Cobal, Canaranas-Desvio, Mauazinho 1, 2, 3 e 4, que têm suas respectivas expansões marcadas pelos grandes volumes de água direcionados para o seu interior, por meio de escoamento superficial concentrado de canais pluviais e sarjetas.

Outro ponto que merece ser aqui destacado diz respeito à cobertura vegetal no local onde as voçorocas desenvolvem-se em Manaus. Percebeu-se que a maior parte destas

voçorocas apresenta tanto em suas cabeceiras como em suas laterais pouca ou nenhuma cobertura vegetal, seja ela composta por gramíneas, arbustos ou espécies maiores.

Isso ocorre devido à prática empregada na ocupação de áreas verdes em Manaus, onde a malha urbana sobrepõe-se à mata primária. É prática comum na região retirar toda cobertura vegetal para a implantação de conjuntos habitacionais e/ou ocupações populares.

Uma vez ocorrendo a perda da cobertura vegetal, e com a abundância das chuvas, ocorre um rápido processo de erosão generalizada (sulcos, ravinas e voçorocas), surgindo praticamente em toda a extensão do terreno, a exemplo, a área de expansão do Conjunto Francisca Mendes–Cidade Nova/Manaus (AM) (VIEIRA, 1998).

Podemos afirmar que as voçorocas em Manaus têm suas respectivas gêneses ligadas à influência antrópica, e que no presente momento, em sua maioria (n=11) a expansão ocorre ligada principalmente a fatores naturais, como erosividade, erodibilidade, características da encosta e cobertura vegetal.

#### **4 CONSIDERAÇÕES GERAIS:**

A utilização de fichas cadastrais contendo informações como: localização (rua de acesso, bairro), parâmetros dimensionais (comprimento, largura, profundidade), direção de evolução, dados de monitoramento, etc. servem como forma de acompanhar (monitorar) e estimar através das taxas de crescimento o ritmo de evolução dessas incisões erosivas, assim como esses dados servem para se conhecer melhor a dinâmica que envolve a expansão das voçorocas em áreas urbanas.

Os três cadastramentos de voçorocas ocorridos em Manaus trouxeram valiosas informações, que continuam sendo analisadas e enriquecidas de mais informações. Além dos dados básicos contidos na ficha cadastral, no momento do recadastramento, teve-se a preocupação de se verificar a existência de lançamentos de água na voçoroca, por meio de tubulações (esgoto e/ou canais pluviais) e/ou superficialmente pela sarjeta e acostamento das ruas. Constatamos com isso, que algumas incisões apresentavam uma expansão quase que constante durante todo o ano, mesmo no período de estiagem em Manaus (julho a setembro).

Partindo dessa observação, fizemos uma pesquisa direta com os moradores das casas que contribuíam com despejo de águas servidas para o interior da voçoroca. Obtivemos acesso às contas de água dos moradores (cedida por eles próprios), e verificamos o total mensal de água utilizada em cada residência. No entanto, esses dados são aproximados, uma vez que algumas residências têm seus respectivos consumos taxados, podendo consumir mais ou menos o que está registrado na conta.

No primeiro levantamento realizado no período de agosto/1994 a julho/1995, foram cadastradas 40 voçorocas. No segundo, realizado no ano de 1997, 4 voçorocas foram incluídas neste total. No entanto, revendo o conceito de voçoroca trabalhado, percebemos que algumas incisões erosivas (n=13) classificadas como voçorocas, eram na verdade ravinas, perfazendo desta forma um total de 27 voçorocas cadastradas no primeiro momento. Do total de 31 voçorocas, 14 receberam ações e/ou obras de contenção impedindo a sua respectiva evolução. Existiam até aquele momento (1997) 17 voçorocas em evolução, em Manaus (VIEIRA, 1998a).

Utilizando o modelo de Oliveira et al. (1994) sobre o tipo de voçoroca, observamos que do total de 17 voçorocas, 5 são conectadas, 6 integradas e 6 desconectadas. Com o modelo de Ireland et al. (1939 *apud* BIGARELLA & MAZUCHOWSKI, 1985) sobre forma, observou-se que existem, em sua maioria, voçorocas com a forma retangular, onde a cabeceira varia de triangular a arredondada. Os processos mais atuantes observados nessas voçorocas foram: o escoamento superficial concentrado ligado às condições de drenagem urbana e os filetes verticais (VIEIRA, 1998a).

Vale destacar que os dados obtidos a cada novo cadastramento são possíveis, por exemplo, calcular a evolução da perda de material em  $m^3$  quanto em área por  $m^2$ , e consequentemente a perda em valores de cada área. Desta forma, o cadastramento é de grande importância para se conhecer a gênese da voçoroca, as causas de seu crescimento e as possibilidades de previsão de evolução.

## REFERÊNCIAS

- BIGARELLA, João J. & MAZUCHOWSKI, Jorge Z (1985). Visão integrada da problemática da erosão: **In: Livro Guia do 3º Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. Maringá: ADEA/ABGE.
- OLIVEIRA, Marcelo A. T. de & MEIS, Maria R.M. (1985). Relações entre geometria do relevo e formas de erosão linear acelerada (Bananal, SP). **In: Geociências**. nº 4. São Paulo. p.87-99
- \_\_\_\_\_ (1996). Evolução de voçorocas e integração de canais em áreas de cabeceira de drenagem: modelo conceitual, taxas de erosão e sinergia de mecanismos. **In: Geosul**. Nºs. 19/20 – Ano X – 1º e 2º semestres de 1995. Florianópolis. p. 153-182
- RIBEIRO FILHO, Vítor (1997). **Mobilidade Residencial em Manaus: Uma Análise Introdutória**. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro: UFRJ.
- VIEIRA, Antonio Fábio G. (1998a). **Erosão por voçorocas em áreas urbanas: o caso de Manaus (AM)**. (Dissertação de Mestrado). Florianópolis: Departamento de Geografia da UFSC. 222p.
- \_\_\_\_\_ (1998b). Estudo preliminar sobre voçorocas urbanas em Manaus (AM). **In: II Simpósio Nacional de Geomorfologia**. (Anais). v. 14, n. 27. Florianópolis: GEOSUL. p. 337 - 340
- \_\_\_\_\_ (1999a). Definições, classificações e formas de voçorocas. **In: Revista de Geografia da UA**. v. 01, n. 01. Manaus: EDUA. p. 27-42
- \_\_\_\_\_ (1999b). Medidas de contenção adotadas nas voçorocas em Manaus. **In: 9ª Semana de Geografia do Amazonas**. (anais). Manaus: EDUA. p. 157 - 158
- VIEIRA, Antonio Fábio G.; CUNHA, Rozineide P. da; MARINHO, Jezer C; COSTA, Judite de F. (1999). Cadastramento das voçorocas do Distrito Industrial II - Manaus/AM. **In: 9ª Semana de Geografia do Amazonas**. (anais). Manaus: EDUA. p. 149 – 150