



CADASTRAMENTO DE VOÇOROCAS E ANÁLISE DO RISCO EROSIVO EM ESTRADAS: BR -174 (TRECHO MANAUS-PRESIDENTE FIGUEIREDO).¹

ANTONIO FÁBIO G. VIEIRA², ADOREA REBELLO DA CUNHA ALBUQUERQUE³

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 / dorearebelo@ufam.edu.br

Palavras-chaves: cadastramento, voçorocas e estrada.

Eixo Temático: Análise e diagnóstico de processos erosivos

Introdução

A identificação e cadastramento de incisões erosivas do tipo voçorocas, se caracteriza como uma etapa de fundamental importância para a elaboração de projetos de contenção e recuperação de áreas degradadas. Vieira (2002), menciona que o cadastramento é a base para o estudo e acompanhamento da evolução de incisões erosivas do tipo voçorocas.

Vale destacar que em uma incisão erosiva, vários mecanismos hidrológicos podem atuar contribuindo para evolução deste canal. Estes mecanismos quando associados às características específicas do solo, do relevo, da vegetação e da atuação antrópica, podem desencadear a ocorrência de processos erosivos intensos, representados em suas formas mais expressivas, as ravinas e voçorocas, as quais, dependendo do grau de evolução tornam-se bastante difíceis de conter.

No trecho compreendido entre a Cidade de Manaus e a cidade de Presidente Figueiredo (105 km) na BR 174, 31 voçorocas foram cadastradas. Observou-se para uma destas incisões, dados morfométricos, como: comprimento, largura e profundidade. A declividade e características do local de ocorrência foram também observadas.

¹ Pesquisa em andamento.

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

³ Mestre em Geografia pela UFRJ, doutoranda do programa de Pós-graduação da UFRJ e professora Assistente I, Departamento de Geografia – UFAM.



Verificou-se também o tipo e a forma de cada voçoroca. Vale destacar que neste trecho outros tipos de incisões ocorrem, como as ravinas e sulcos. No entanto, somente foi realizado o cadastramento das voçorocas, objeto de estudo do presente trabalho.

2. Caracterização da área de estudo

A BR -174 se caracteriza como uma extensa rodovia que estabelece a ligação entre duas importantes cidades da Região Norte, Manaus (AM) e Boa Vista (RR), inseridas na faixa que compreende ao território brasileiro. A Geologia deste trecho é marcado pela Formação Alter do Chão, a qual é constituída de arenitos e argilitos, subordinamente conglomerados. Arenitos argilosos vermelhos, duros e pobremente estratificados.

Do Km inicial (Km 0) até aproximadamente ao Km 40 a idade do material é do Cenozóico (Terciário-Quaternário), deste ponto até Presidente Figueiredo o material é pertencente ao Mesozóico (Cretáceo).

Todo o trecho está inserido na Bacia Sedimentar Fazerozóica da Amazônia. Do ponto de vista geomorfológico está localizada no Planalto da Amazônia Oriental (ROSS, 2000), denominado pelo IBGE (GATTO, 1989) como Planalto Negro-Jari. A partir do Km 105 até aproximadamente o Km 135 ocorre a Formação Trombetas de idade relativa ao Paleozóico.

O traçado desta rodovia corta diversas feições de relevo como cristas, colinas e interflúvios tabulares em diferentes índices de dissecação. Ainda que as formas de relevo se alterem durante todo o percurso da estrada, este fator não se expressou como impedimento ou obstáculo à sua implantação.

Observações geomorfológicas indicam que até o quilometro 150, a predominância dos interflúvios tabulares cortados por vales largos e pouco aprofundados, não exigiu a construção de grandes obras de engenharia.

As estreitas faixas de sedimentos fluviais depositadas ao longo dos cursos de água cuja composição granulométrica é específica para classe de areias, foram aterradas pela utilização de material de empréstimo, eliminando-se as áreas de acumulação inundáveis (RADAM, 1978, p. 225).

A partir do quilometro 175, constata-se a ocorrência de matacões constituídos de rochas graníticas, que oferecem resistência à remoção. São ocorrências localizadas, situadas na



área de contato das litologias paleozóicas com as pré-cambrianas, do Complexo Guianense. Deste ponto para áreas situadas mais ao norte, predomina um espesso manto de alteração de rochas graníticas.

A abertura de cortes de estrada expõe em alguns trechos, linhas paralelas à superfície do terreno formada de concreções ferruginosas, com espessura em torno de 20 a 50cm de espessura e com comprimentos variáveis (desde alguns metros a várias dezenas de metros) que depende do tamanho do corte exposto.

A estrada é cortada por várias tubulações para dar vazão ao escoamento dos canais que atravessam a pista. No entanto, essas passagens foram sub-dimensionadas, pois se verifica em função das altas taxas pluviométricas grandes volume de água que se acumulam em um lado da pista, provocando o “afogamento” da vegetação com posterior formação das paliteiras (troncos mortos) e do outro, sedimentos grosseiros que se depositam em função da baixa capacidade de transporte da água.

Objetivo

Este trabalho apresenta como principal objetivo o cadastramento de incisões erosivas do tipo voçorocas ao longo da BR-174 até o km 105, ou seja, no trecho compreendido entre as cidades de Manaus e Presidente Figueiredo.

Concomitantes aos cadastramentos serão investigadas as causas que induzem o aparecimento de tais feições erosivas, através da verificação de parâmetros como a cobertura pedológica, características da encosta, influência antrópica, cobertura vegetal e índice pluviométrico.

Metodologia

Para a condução deste trabalho, foi aplicada metodologia proposta por Vieira (2002). Onde é estabelecida como forma de cadastramento a adoção de uma ficha cadastral contendo entre outros, aspectos ligados a classificação para voçorocas em três tipos, segundo Oliveira (1992): **Voçorocas do tipo I** - aquelas conectadas à rede de drenagem; **Voçorocas do**



tipo II - desconectadas; **Voçorocas do tipo III** - integração dos tipos anteriormente citados (**figura 01**). Ou ainda, utilizando a classificação de Vieira (1998) para esses três tipos como sendo o tipo I – voçorocas que se encontram na parte mais a jusante da encosta, tipo II – voçorocas que desenvolvem no topo da encosta, mas sem contato com a rede de drenagem e, tipo III – voçorocas que se desenvolvem desde a parte alta da encosta até a parte baixa.

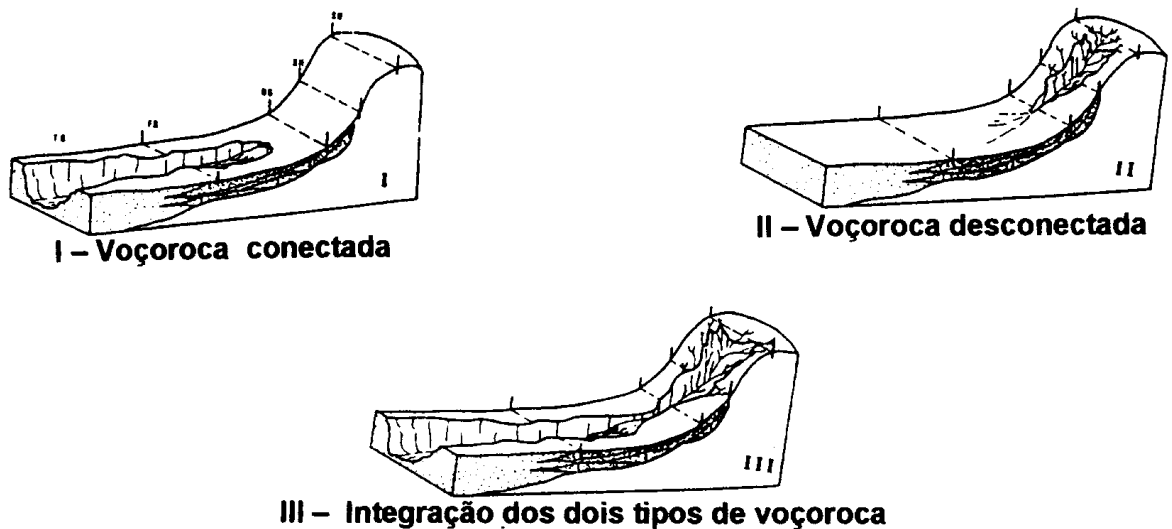


Figura 01 – Tipos de voçorocas (Oliveira, 1992).

Quanto às formas das voçorocas, utilizamos a classificação de Bigarella & Mazuchowski (1985) como: 1) linear, 2) bulbiforme, 3) dendrítica, 4) emtreliça, 5) paralela, 6) composta e 7) retangular (VIEIRA, 1998). Outros dados foram anotados em campo, relativo a cada incisão, como: comprimento, largura, profundidade e declividade.

Além de observações relacionadas a cobertura vegetal, possível causa do surgimento e evolução das voçorocas. Com esses parâmetros foi possível fazer algumas análises preliminares.

Com a utilização de uma trena e de clinômetro obteu-se respectivamente os dados dimensionais de cada incisão (comprimento, largura e profundidade) e a declividade do terreno



no qual a incisão se desenvolvia. Foi feito registro fotográfico de todas as voçorocas, mas que neste trabalho somente algumas serão utilizadas para ilustração.

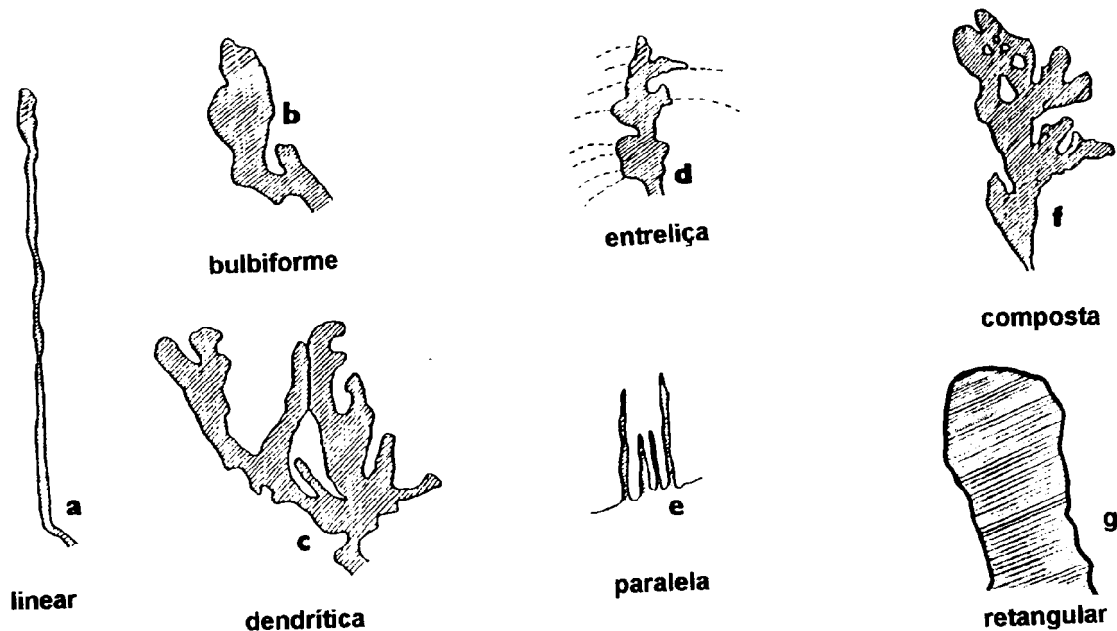


Figura 02 – Formas de voçorocas, segundo Bigarella e Mazuchowski (1985) com a inclusão da forma retangular por Vieira (1998).

Análise preliminar e alguns resultados

Antes de apresentar alguns resultados (dados) obtidos em campo é importante caracterizar o que se entende por voçoroca. Isso se torna importante na medida em que se busca entender melhor a relação deste tipo de incisão com os aspectos naturais já descritos anteriormente (solo, encosta, cobertura vegetal e características da chuva).

As voçorocas constituem incisões erosivas que apresentam algumas formas bem marcantes, como o fundo plano e as paredes laterais bem verticais, caracterizando a forma da calha em U. Pode-se observar ou não no interior dessas incisões afloramento de lençol freático. No entanto, essa característica não deve ser utilizada como parâmetro para diferenciar uma ravina de uma voçoroca. Uma vez que algumas voçorocas podem não apresentar este tipo de ocorrência.



São normalmente observadas as quedas em bloco das paredes da incisão, que pode ocorrer na forma de tombamento, desmoronamento ou deslizamento. Outras feições podem ocorrer como alcovas de regressão, pedestais, marmitas e costelas. Pode-se para efeito didático utilizar parâmetros dimensionais para caracterizar uma voçoroca, como sendo: comprimento e largura superiores a 3m e profundidade acima de 1,5m (VIEIRA & LIMA, 1996).

Outro aspecto que deve ser observado com cuidado em campo é a expansão da incisão, pois isso pode ajudar na diferenciação entre sulcos, ravinas e voçorocas. As duas primeiras têm seu crescimento comandado principalmente pelo escoamento superficial concentrado que desce a encosta até o nível mais inferior. Ou seja, apresentam crescimento progressivo, pois seguem o sentido do escoamento (gravidade). Ao contrário das voçorocas em que sua expansão segue em sentido contrário ao escoamento superficial. Expandido seus limites em direção a montante da encosta (crescimento regressivo).

Os sulcos e as ravinas podem ser descritos ainda por meio de parâmetros dimensionais: os sulcos são pequenos canais que podem alcançar até 0,5m de profundidade. Enquanto as ravinas, consideradas o aprofundamento dos sulcos, podem ter sua profundidade em torno de 0,5m a 1,5m. Outra característica da ravina é que esta pode ter sua expansão tanto de forma regressiva (para montante da encosta) quanto progressiva (seguindo a gravidade) e apresenta uma calha já formada com a forma em V (Vieira, 1998).

Tanto em meio rural quanto em meio urbano, as voçorocas estão condicionadas aos mesmos elementos: erosividade, erodibilidade, cobertura vegetal e características da encosta, além das influências antrópicas que podem ser marcantes em ambos os casos. No caso em particular das voçorocas que surgem em estradas o principal elemento diz respeito às transformações impostas pelo homem, como a pavimentação e a canalização das águas da chuva.

Cunha & Ribeiro (1987) observaram que em estradas de terra nas regiões de solos arenosos lateríticos no nordeste do estado de São Paulo, pode ocorrer o surgimento de voçorocas nos trechos finais de extensas rampas ou nos pontos de grande concentração de água, que se faz tanto pelas águas pluviais de superfície, como aquelas procedentes do lençol freático de subsuperfície.



Na área de expansão do Distrito Industrial II em Manaus, mais da metade das voçorocas ali existentes (n=22) teve nas tubulações e nas canaletas de dissipação de água da chuva seu principal fator de formação e expansão.

Na Base de exploração petrolífera do Urucu (AM) a ocorrência das incisões erosivas está diretamente ligada a construção das estradas e têm trazido danos ao ambiente, principalmente no que se refere ao assoreamento de igarapés e, como é evidente se esperar, no próprio rio Urucu diminuindo a lâmina d'água e comprometendo os níveis atuais de navegação.

A recuperação de áreas atingidas por voçorocamentos pode ser muito mais eficaz através de um diagnóstico do meio físico afetado, bem como o monitoramento de algumas áreas selecionadas, para o acompanhamento da evolução ou do recuo desses processos num trabalho permanente e que possa conduzir a normas e procedimentos preventivos.

Algumas dessas incisões podem ser facilmente controladas e/ou sanadas em curto prazo. Outras, no entanto, necessitam de obras e ações que vão exigir um acompanhamento maior, a médio e longo prazo.

Sabe-se que a erosão dos solos tem no escoamento superficial da água seu principal agente. Podendo ocorrer de forma difusa - sem caminhos preferenciais, ou concentrada. Isso pode ocorrer pela saturação do solo (exposto a vários períodos de chuvas – fluxo saturado) ou pela intensidade da chuva (capacidade de absorção do solo é menor que intensidade da chuva – fluxo hortoniano). Em outras palavras, é a água não infiltrada que se forma sobre a superfície do terreno que se transforma em escoamento e este somente ocorre desde que exista declividade suficiente para isso.

A dificuldade de infiltração da água no solo pode ser gerada pela compactação do solo através da pavimentação do terreno (abertura de estradas, etc.) ou de forma “natural” por meio da ação do salpicamento (splash erosion).

Com isso, a partir do momento em que ocorre o escoamento superficial concentrado este pode se configurar em algumas feições, como: sulcos, ravinas e voçorocas.



O direcionamento das águas de superfície e a manutenção ou construção de canaletas devem ser verificados para conter e/ou evitar que possa surgir essa incisão. Para isso seguem-se dois critérios básicos:

1. As águas de superfície (da estrada e do meio-fio) devem ser direcionadas através de tubulações que visem diminuir a velocidade e provocar uma maior distribuição da água/área por meio de dissipadores de energia.
2. Esses dissipadores de energia devem levar em consideração as adaptações que possam ocorrer na execução do projeto com adaptação de obras a serem implementadas durante a construção.

Para conter ravinas e voçorocas pode-se adotar alguns métodos de contenção, como:

a) **Desvio das águas de superfície** – toda vez que se tentar conter o crescimento de uma voçoroca devem-se primeiramente desviar as águas de superfície. Se não for possível desviar a água de maneira segura é preferível não fazê-lo, caso contrário daria início a um novo voçorocamento. Para tanto, utilizam-se os canais de derivação revestidos. Estes canais ou tubulações dão seqüência à condução das águas pluviais e servidas até um local adequado para a descarga das águas, onde a sua energia passa a ser dissipada.

Os dissipadores de energia das águas são obras construídas nas extremidades dos emissários ou obras executadas através da estabilização de vales receptores, cuja principal função é diminuir a energia do escoamento das águas nos pontos de descarga.

b) **Proteção das cabeceiras** – se o terreno acima da ravina/voçoroca/movimento de massa for demasiadamente declivoso para o emprego das técnicas de terraceamento, ou ainda, se a bacia alimentadora for constituída de pastagens ou matas, é possível usar valas de desvio, para impedir que o escoamento concentrado se dirija para o barranco. Os terrenos à montante deverão ser convenientemente protegidos. Essa proteção segundo BIGARELLA (1985) “deverá consistir em prática que facilite a infiltração das águas pluviais no solo: recomenda-se uma eficaz proteção da vegetação nas cabeceiras das voçorocas, pois quanto mais densa e vigorosa for a vegetação tanto menores serão as sobras de água”.



c) **Revestimento vegetal** – como citado anteriormente, a vegetação compreende um fator de estabilidade e proteção das encostas, além de que onde há vegetação o processo de infiltração é maior. Vale ressaltar, que uma vez estabelecida a vegetação na incisão erosiva, será mais difícil que a erosão se dê com velocidade, tendendo a uma estagnação completa. A vegetação poderá ou não aparecer nessas incisões em qualquer fase de seu desenvolvimento desde que ocorra em algum setor desta a possibilidade de crescimento da vegetação. Porém, quando a vegetação natural parecer incapaz de dominar a erosão, ou onde se deseje certas espécies vegetais de valor econômico, será necessário considerar a possibilidade de se plantar espécies vegetais desejadas.

Vale frisar, que uma primeira tentativa de introdução de vegetação na recuperação de áreas degradadas deverá priorizar as espécies nativas da região.

d) **Sistematização dos taludes** – as bordas da incisão erosiva devem ser rampadas, uma vez que se apresentam sempre irregulares e desta feita não oferecem condições para o estabelecimento de quaisquer espécies vegetais. Melhor dizendo, deve apresentar forma menos íngreme.

e) **Isolamento da área de voçorocas** – em geral a área a ser isolada deve ser maior que a profundidade da mesma. Por exemplo, uma voçoroca de 4 metros de profundidade, a área a ser isolada ao redor da mesma deve ser de 8 a 10 metros. Convém deixar uma distância ainda maior da cabeça da voçoroca, porque aí é maior o perigo de erosão.

Todas as voçorocas encontradas na estrada (BR 174) apresentam em suas respectivas cabeceiras a presença de uma canaleta e/ou tubulação que servem para dar passagem à água da chuva que escoar pela pista. Ou seja, fica evidente que essas estruturas provocaram juntamente com outras características o surgimento da incisão erosiva, e sua presença contribui para a expansão da mesma.

Após o cadastramento das incisões erosivas ao longo da BR-174 até o Município de Presidente Figueiredo foram obtidos os seguintes dados, conforme tabela a seguir:



Ord.	Localização Km	Tipo	Forma	Decliv.	Prof.	Larg.	Comp	Volume (m ³)
01	06	I	Linear	4°	3,30	3,50	250,0	2887,5
02	07	I	Linear	4°	4,15	13,40	86,00	4782,4
03	10	I	Retangular	4°	11,30	17,20	117,50	22837,3
04	10	I	Retangular	11°	8,60	14,50	51,50	6422,0
05	10	I	Bulbiforme	11°	5,12	18,87	17,37	1678,1
06	11	I	Dendrítica	5°	2,15	7,14	175,0	2686,4
07	20	I	Bulbiforme	4°	2,20	7,45	100,00	1639,0
08	24	I	Linear	4°	2,40	4,00	33,70	323,5
09	24	I	Retangular	6°	9,00	15,00	29,00	3915,0
10	26	I	Retangular	15°	8,60	40,00	130,00	44720,0
11	34	I	Linear	4°	8,00	9,00	40,500	2916,0
12	36	II	Linear	4°	2,20	4,50	32,20	318,7
13	37	I	Retangular	4°	10,40	21,00	49,40	10788,9
14	37	I	Treliça	5°	2,65	7,40	60,00	1176,6
15	38	I	Retangular	25°	9,00	11,40	36,00	3693,6
16	42	I	Linear	4°	12,00	24,77	42,00	12484,0
17	44	I	Bulbiforme	3°	2,20	15,60	96,00	3294,7
18	44	I	Bulbiforme	4°	6,35	18,50	75,40	8857,6
19	47	I	Paralela	4°	8,00	15,00	50,00	6000,0
20	52	I	Retangular	5°	11,75	23,80	75,00	20973,7
21	52	I	Paralela	3°	14,00	23,80	18,50	6164,2
22	53	I	Retangular	5°	19,38	29,00	70,00	39341,4
23	56	I	Retangular	5°	4,40	13,00	72,00	4118,4
24	56	I	Linear	5°	4,20	5,20	80,00	1747,2
25	56	I	Retangular	5°	7,39	22,80	120,00	20219,4
26	56	I	Linear	5°	4,40	7,30	90,00	2890,8
27	58	II	Bulbiforme	7°	3,50	15,20	27,00	1436,4
28	63	I	Bulbiforme	2°	7,75	26,20	60,00	12183,0
29	64	I	Treliça	4°	4,00	9,10	48,50	17654,0
30	64	I	Bulbiforme	4°	8,40	18,80	44,90	7090,6
31	82	I	Retangular	4°	4,90	9,00	60,00	2646,0
Área = 1.054.810,4m²				Volume = 271.464,1m³				

Tabela 01 – Dados cadastrais das voçorocas da BR 174 (Manaus-Pres.Figueiredo(AM). (21/04/04).

O cadastramento contou com o apoio do Sr. Francisco C. Albuquerque.

Vale destacar, que não é o fato da presença dessas saídas d'água da pista para a lateral do terreno que provoca a ocorrência de processos erosivos intensos, mas o conjunto das interações dos elementos que compõe o lugar, como: declividade, grau de cobertura vegetal, tipo de solo, características da chuva e o tipo de estrutura (com ou sem dissipador de energia).

Mesmo com todas as condições naturais contribuindo para a ocorrência de incisões erosivas, se for realizada uma dispersão da água de modo a diminuir a velocidade do fluxo



despejado para a encosta por meio de dissipadores de energia, pouco ou nenhuma ação erosiva será desencadeada.

Das 31 voçorocas, 2 incisões (6,5%) são do tipo integrada e o restante (n=29) são conectadas (93,5%). Isso demonstra que estas colaboram diretamente para o assoreamento dos diversos canais que cortam ou margeiam a estrada. Quanto a forma 11 voçorocas apresentam forma retangular (35,5%), 08 linear (25,8%), 07 bulbiforme (22,5%), 02 entreliça (6,5%), 02 paralelas (6,5%) e 01 dendrítica (3,2%).

A forma das incisões indica o estágio de desenvolvimento no qual se encontra cada incisão. As formas retangulares demonstram geralmente alto grau de evolução (expansão) alcançado pela incisão, onde as ramificações existentes antes na fase anterior (bulbiforme, por exemplo) foram unidas em uma só. A forma dendrítica indica geralmente a existência de uma intrincada rede de pequenos canais que evoluem em direção a um canal principal (cabeceira principalmente), constituindo assim de uma pequena bacia de drenagem. A forma linear tem geralmente um único agente de formação, que no caso das voçorocas da BR 174 é constituído de uma canaleta ou canal de dissipação da água da chuva. As voçorocas bulbiformes encontradas na estrada estavam correlacionadas a existência de dois canais dissipadores pluviais. Observou-se que algumas voçorocas retangulares foram anteriormente bulbiformes (características observadas pela presença de duas tubulações e/ou canaletas na parede da incisão). Quanto às formas entreliça e paralelas estas correspondem às características da forma do relevo no qual se desenvolvem, podendo evoluir para outras formas conforme a atuação do escoamento superficial concentrado.

A maior parte das voçorocas deste trecho encontra-se em declividades que ficam entre 2° e 7° (n=29) o que representa 93,5% do total. Enquanto somente duas (6,5%) se encontram em terreno com declividade de 15° e 25°. Observa-se neste caso que não é a declividade o principal elemento que contribui para a ocorrência de incisões erosivas.

Outro aspecto refere-se às dimensões das voçorocas. Consideraremos as maiores incisões aquelas que apresentam as maiores perdas em m³. Onde classificamos as incisões em muito pequenas (perda de material até 999m³), pequena (perda de material até cerca de 9999m³), média (entre 10000 e 19999m³) e as grandes incisões (perda de material entre 20000 e 40000m³) e muito grande (perda de mais de 40000m³).



A partir destes parâmetros ficou assim distribuída a voçoroca quanto ao tamanho: 01 muito grande, 04 grandes, 04 voçorocas médias, 20 pequenas e 2 muito pequenas. O que representa respectivamente 44.720m^3 , $103.371.8\text{m}^3$, $53.739.9\text{m}^3$, 76684.7m^3 e 642.2m^3 , totalizando **$271.464,1\text{m}^3$** de material perdido. Essas 31 incisões (voçorocas) ocupam juntas uma área de **$1.054.810,4\text{m}^2$** .

Essa primeira abordagem a respeito das voçorocas da BR 174 (trecho Manaus – Presidente Figueiredo) nós dá uma pequena amostra de como o problema relacionado a abertura de estradas pode provocar desequilíbrios ao ambiente (processos erosivos intensos, movimentos de massa e assoreamento das superfícies líquidas) quando falhas na execução da mesma ocorrem.

A estrada em particular apresenta em alguns pontos riscos imediatos ao tráfego com perigo de desabamento de parte da pista. Conter essas incisões erosivas pode ser realizada em espaços de tempo curto, médio ou em longo prazo, uma vez que algumas incisões atingiram magnitudes expressivas e os mecanismos envolvidos são extremamente dinâmicos enquanto outras se encontram em sua fase inicial de evolução, o que facilitaria sua contenção. No entanto, mais importante que conter as voçorocas existentes seria a existência de medidas preventivas no sentido de evitar que novos problemas venham somar aos existentes.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BIGARELLA, J.J. & MAZUCHOWSKI, J. Z. Visão integrada da problemática da erosão. **In: Livro guia do 3º Simpósio Nacional de Controle de erosão.** Maringá: ADEA / ABGE, 1985.

CUNHA, M.A. & RIBEIRO, F.C. Soluções para combate à erosão em estradas de terra nas regiões de solos arenosos lateríticos no noroeste do Estado de São Paulo. **In: 4º Simpósio Nacional de Controle de Erosão.** (Anais). São Paulo: ABGE / DAEE, 1987. p.361-377

GATTO, L.C.S. Relevô. **In: Geografia do Brasil – Região Norte.** Vol. 03. Rio de Janeiro:IBGE, 1989. p.47-60

Oliveira, M.A.T. de. **Morphologie des versants et ravinement: héritages et morphogénèses actuelle dans une région de socle tropical. Le cas de Bananal, São Paulo, Brésil.** Tese (Doutorado). Universidade de Paris IV – Paris Sorbonne: 1992.

ROSS, J.L.S. (org.). **Geografia do Brasil.** 3ª ed. São Paulo: EDUSP, 2000.



VIEIRA, A.F.G. & LIMA, N.P.S.de. Mapeamento de voçorocas do sítio urbano de Manaus. **In: I Simpósio Nacional de Geomorfologia.** (Anais). Uberlândia: Revista Sociedade & Natureza – EDUFU, 1996. P. 210-213

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

VIEIRA, A.F.G. Cadastramento como forma de monitoramento de voçorocas. **In: 4º Simpósio Nacional de Geomorfologia.** (Anais). São Luis: UFMA, 2002.