

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PRO REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

**ANÁLISE DA OCORRENCIA DE VOCOROCAS NA BR-174  
TRECHO MANAUS - PRESIDENTE FIGUEIREDO**

**Bolsista: Janara dos Santos Tavares, FAPEAM.**

**MANAUS  
2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PRO REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

**Bolsista: Janara dos Santos Tavares, FAPEAM.  
Orientador: Prof. Dr. Antônio Fábio Guimarães Vieira.  
RELATÓRIO FINAL  
PIB – E – 0014/2009  
ANÁLISE DA OCORRENCIA DE VOCOROCAS NA BR-174  
TRECHO MANAUS - PRESIDENTE FIGUEIREDO**

**MANAUS  
2010**

## **ANÁLISE DA OCORRÊNCIA DE VOÇOROCAS NA BR-174 TRECHO MANAUS - PRESIDENTE FIGUEIREDO (AM)**

**RESUMO:** Este relatório apresenta um relato da ocorrência de voçorocas ao longo da BR-174, especificamente no trecho entre as cidades de Manaus e Presidente Figueiredo (AM). O primeiro cadastramento realizado neste trecho apresentava em 2004, 31 voçorocas. Na condução deste trabalho, foi aplicada metodologia de monitoramento e descrição das voçorocas conforme realizado em trabalhos para Manaus, BR-174 e Base de Exploração Petrolífera de Urucu - AM (VIEIRA, 1998; 2002; 2008; VIEIRA *et al*, 1999; 2006; VIEIRA e ALBUQUERQUE, 2004). Nesses trabalhos o monitoramento teve como embasamento a adoção de uma ficha cadastral onde são anotados aspectos ligados a localização, classificação (tipo, forma e tamanho), danos ambientais, danos materiais, dados métricos ligados às voçorocas (comprimento, largura e profundidade), declividade do terreno, uso e ocupação a montante e a jusante, histórico do surgimento, etc. No primeiro campo para coleta de dados para o relatório parcial, foram cadastradas 29 voçorocas. Hoje esse número totaliza 32 incisões, sendo que algumas dessas incisões foram contidas e outras novas se formaram. O que diferencia este trabalho do primeiro, refere-se a previsão de evolução e a criação de uma escala de alerta, que varia de risco imediato a risco a longo prazo. Essa escala é importante pois as incisões existentes ao longo dessa rodovia podem evoluir em direção a esta e conseqüentemente provocar danos e acidentes. A análise preliminar aponta que as voçorocas na BR 174, no trecho entre Manaus e Presidente Figueiredo surgiram e evoluem em função da drenagem das águas oriundas da pista. Todavia, a maior contribuição que este trabalho pode apresentar diz respeito à previsão de risco erosivo. Assim, do total cadastrado nesse trecho, as voçorocas apresentam os seguintes níveis na escala de risco erosivo: 53,1% (n=17) risco imediato, 9,3% (n=3) risco a curto prazo, 31,2% (n=10) risco a médio prazo e 9,3% (n=3) risco a longo prazo. Vale destacar que para uma maior precisão é necessário um monitoramento constante a fim de ajustar a presente escala de risco erosivo. Uma vez alcançado esses ajustes será possível prever e estabelecer planos de ações que visem conter essas incisões conforme a necessidade (evolução do risco). Entretanto, mais importante que conter as voçorocas existentes seria a existência de medidas preventivas no sentido de evitar que novas incisões surjam e venham somar aos problemas já existentes.

**PALAVRAS CHAVES:** voçorocas, riscos, previsão de evolução, rodovia.

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 O que é erosão .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2Fatores controladores.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Voçorocas .....</b>	<b>6</b>
<b>3. METODOS UTILIZADOS</b>	<b>8</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>9</b>
<b>5.CONCLUSÕES.....</b>	<b>13</b>
<b>6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>14</b>

## 1.0 INTRODUÇÃO

Os processos de abertura de estradas incluem obras que acabam impermeabilizando o solo ocasionando uma mudança no regime de escoamento das águas da chuva com aumento da capacidade erosiva da água (CUNHA *et al*, 1991). Nas estradas da Amazônia, é comum observar o surgimento de incisões erosivas diretamente relacionadas a sistemas de drenagem pluvial, os quais resultam de falhas na concepção inicial do projeto ou na instalação desses (VIEIRA e ALBUQUERQUE, 2004; VIEIRA *et al*, 2004). O rompimento da rede de drenagem ou o despejo das águas pluviais de forma inadequada pode provocar num curto espaço de tempo o surgimento de incisões erosivas intensas, como ravinhas e voçorocas que geralmente são responsáveis pela destruição/inutilização de trechos de estradas/rodovias.

Outro ponto relacionado às estradas, diz respeito aos impactos ambientais relacionados a incisões erosivas, principalmente em relação às voçorocas, com destaque para a perda de solo, inutilização da área, assoreamento de cursos d'água com conseqüente inundação das áreas que margeiam esses canais e a morte de várias espécies vegetais, modificando todo o equilíbrio ecológico do ambiente afetado (VIEIRA, 2008). Na área de expansão do Distrito Industrial 2 em Manaus, mais da metade das voçorocas ali existentes (n=22) teve nas tubulações e nas canaletas de dissipação de água da chuva da pista seu principal fator de formação e expansão (VIEIRA *et al*, 2004). Da mesma forma, na Base de exploração petrolífera do Urucu (AM) a ocorrência das incisões erosivas estava diretamente ligada à construção das estradas.

Na BR-174 (trecho entre Manaus e Presidente Figueiredo) não é muito diferente do apresentado até o momento. Assim, o presente trabalho buscou identificar os principais danos ambientais decorrentes da estrada e conseqüentemente identificou os pontos com risco à estrada, relacionados ao avanço das voçorocas, aos danos monetários e aos custos de recuperação das áreas afetadas.

Nesse trecho de aproximadamente 105 km da BR 174, 32 voçorocas foram cadastradas para este trabalho. Assim, tomando como base essa breve introdução a respeito da estrada, o presente trabalho apresenta alguns resultados a esse respeito, como: cadastramento de voçorocas, dados relativos à área erodida e volume erodido e respectivamente danos em valores monetários de área e volume, mapa de localização dessas incisões e sobretudo uma previsão de risco de evolução

## **2.0 Revisão Bibliográfica**

### **2.1 Fatores controladores**

Os fatores controladores são aqueles que determinam as variações nas taxas de erosão (erosividade da chuva, propriedades do solo, cobertura vegetal e características das encostas). Devido as interações desses fatores que certas áreas apresentam erosividade maior do que outras. A intervenção do homem pode alterar esses fatores e, conseqüentemente, apressar ou retardar os processos erosivos (GUERRA, 2008).

### **2.2 O que é erosão**

A erosão dos solos é um processo que ocorre em duas fases: uma que constitui a remoção (*detachment*) de partículas, e outra que é o transporte desse material, efetuado pelos agentes erosivos (GUERRA, 2008).

O processo erosivo causado pelas águas das chuvas tem abrangência em quase toda a superfície terrestre, em especial nas áreas com clima tropical, onde os totais pluviométricos são bem mais elevados do que em outras regiões do planeta. Além disso, em muitas dessas áreas, as chuvas concentram-se em certas estações do ano, o que agrava ainda mais a erosão. O processo tende a se acelerar a medida que mais terras são desmatadas para a exploração de madeira e/ou para a produção agrícola, uma vez que os solos ficam desprotegidos da cobertura vegetal e, conseqüentemente as chuvas incidem diretamente sobre a superfície do terreno.(GUERRA, 1999). Muitos são os fatores que contribuem para as mudanças nas taxas de erosão, no entanto, os fatores que determinam essas taxas são a erosividade da chuva, as propriedades do solo, a cobertura vegetal e característica das encostas (GUERRA, 2005; VIEIRA, 2008; MOLINARI, 2007). No entanto, ainda abrangem essa discussão os processos hidrológicos e ação antrópica.

### **2.3 Voçorocas**

O conceito adotado neste trabalho caracteriza voçoroca como uma incisão erosiva que apresenta queda em bloco das camadas do solo, paredes verticais e fundo plano, formando secção transversal em **U** e profundidade superior a 1,5 m (VIEIRA, 2008). As voçorocas podem ser agrupadas ainda pelo tipo em: conectadas, desconectadas e integradas (OLIVEIRA, 1992) (**Anexo 01**). As conectadas estão ligadas a canal de drenagem; as desconectadas, encontrando-se na parte superior da encosta, não estão conectadas a um canal; as integradas são a junção das duas formas anteriores (voçorocas conectadas e voçorocas desconectadas), formando uma só incisão erosiva

As voçorocas podem ser classificadas pela forma que pode ser linear, bifurcada, ramificada, irregular e retangular (**Anexo 02**). Outra forma diz respeito a classificação pelo tamanho (**QUADRO 1**), pelo volume erodido em m<sup>3</sup> (VIEIRA e ALBUQUERQUE, 2004), destacando que tal classificação ajuda a visualizar a magnitude da feição e o volume erodido (geralmente provocando assoreamento de canais próximos), servindo também como subsídio para projetos futuros de contenção, uma vez que sabendo quanto material foi perdido é possível calcular possíveis reposições (VIEIRA, 2008).

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 e 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.

**QUADRO 1 – Tamanho das voçorocas.**

<b>Ord.</b>	<b>Volume erodido</b>	<b>Tamanho</b>
1	Até 999 m <sup>3</sup>	Muito pequena
2	De 1000 a 9.999 m <sup>3</sup>	Pequena
3	De 10.000 a 19.999m <sup>3</sup>	Média
4	De 20.000 a 40.000m <sup>3</sup>	Grande
5	Mais de 40.000 m <sup>3</sup>	Muito Grande

(VIEIRA e ALBUQUERQUE, 2002)

### 3.0 MÉTODOS UTILIZADOS

A área de estudo deste trabalho refere-se ao trecho entre os municípios de Manaus e Presidente Figueiredo, ambos no Estado do Amazonas, na BR-174, compreendendo uma extensão de 105 km. A Geologia deste trecho é marcada principalmente pela Formação Alter do Chão, a qual é constituída de arenitos e argilitos, subordinamente conglomerados. 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 Fanerozóica da Amazônia. A Geomorfologia é classificada como pertencente ao Planalto da Amazônia Oriental (ROSS, 2000). O clima na região é tropical quente e úmido, com temperatura média anual de 26° C e precipitação média em torno de 1800 mm/ano (HORBE,2003).

O ponto de vista hidrográfico o trecho apresenta inúmeros canais que estão ligados a grande Bacia Hidrográfica Amazônica.

#### Procedimentos metodológicos

Na condução deste trabalho, foi aplicado metodologia de monitoramento e descrição das voçorocas conforme realizado em trabalhos para Manaus, BR-174 e Base de Exploração Petrolífera de Urucu - AM (VIEIRA, 1998; 2002; 2008; VIEIRA *et al*, 1999; 2006; VIEIRA e ALBUQUERQUE, 2004). Nesses trabalhos o monitoramento teve como embasamento a adoção de uma ficha cadastral onde são anotados aspectos ligados a localização, classificação (tipo, forma e tamanho), danos ambientais, danos materiais, dados métricos ligados às voçorocas (comprimento, largura e profundidade), declividade do terreno, uso e ocupação a montante e a jusante, histórico do surgimento, etc.

A partir de um mapa de abrangência do trecho Manaus-Presidente Figueiredo, foram inseridos os pontos com a localização de cada voçoroca (**Anexo 03**). Ao término da pesquisa foram representados nesse mapa legendas que identifiquem o grau de risco ao tráfego na BR-174, sendo: longo prazo, médio prazo, curto prazo e risco imediato. Cada grau de risco recebeu uma cor específica no mapa para melhor identificação. (**Anexo 04**) Os dados coletados em campo estão sendo analisados quantitativamente e qualitativamente e os resultados apresentados na forma de tabelas e etc.

#### 4.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após o cadastramento de 29 voçorocas em outubro/2009 ao longo da BR-174 até o Município de Presidente Figueiredo (AM) foram obtidos os seguintes dados, conforme o **quadro 2** a seguir:

**QUADRO 2 – Características morfométricas das voçorocas**

VOÇOROCAS										
Ord	Km	Tipo	Forma	D.	Comp	Larg	Área (m <sup>2</sup> )	Prof	Volume (m <sup>3</sup> )	Dist. da pista
01	6	II	Linear	6°	76,0	8,0	608,0	3,0	1.824,0	0,0
02	6,5	I	Irregular	9°	153,0	6,0	918,0	2,3	2.157,3	0,0
03	7	I	Linear	6°	59,0	2,5	149,2	2,0	298,5	1,4
04	10,2	I	Retangular	8°	43,6	11,5	506,0	8,0	4.048,1	17,4
05	10,2	II	Bifurcada	8°	34,1	21,0	716,5	1,5	1.074,7	14,7
06	12,5	II	Retangular	4°	9,0	8,2	74,2	1,5	111,3	1,6
07	14,0	I	Retangular	5°	32,0	24,9	796,8	11,0	8.764,8	15,5
08	19,7	I	Retangular	14°	55,0	32,5	1.788,6	17,0	30.406,2	3,7
09	27,7	I	Retangular	13°	60,0	18,0	1.080,0	5,0	5.400,0	7,7
10	34,6	I	Bifurcada	8°	78,4	50,0	3.920,0	8,5	33.320,0	8,0
11	36,2	I	Linear	3°	38,1	4,8	184,2	2,7	499,2	2,7
12	36,7	II	Irregular	6°	49,0	3,9	194,5	3,7	731,4	4,9
13	36,7	I	Retangular	6°	62,0	15,2	946,1	8,0	7.597,3	9,6
14	37,8	I	Bifurcada	8°	26,6	3,7	98,4	6,8	669,2	10,7
15	43,5	I	Linear	6°	127,9	8,0	1.023,2	6,1	6.241,5	2,8
16	44,5	I	Ramificada	7°	64,5	73,7	4.753,6	6,0	28.521,9	3,8
17	51,6	I	Irregular	12°	100,0	25,0	2.500,0	13,3	33.250,0	6,1
18	51,6	I	Ramificada	4°	32,3	37,1	1.198,3	5,3	6.411,0	3,2
19	52,1	I	Retangular	4°	72,7	9,4	683,3	5,5	3.799,5	9,8
20	56,1	I	Retangular	5°	276,0	12,9	3.560,4	3,2	11.393,2	4,1
21	56,1	I	Bifurcada	7°	145,0	44,6	6.467,0	5,5	35.568,5	9,6
22	56,6	I	Irregular	11°	141,2	18,0	2.541,6	7,3	18.553,6	8,2
23	56,6	I	Irregular	9°	90,8	20,0	1.816,0	6,0	10.896,0	8,7
24	63,4	I	Retangular	6°	73,4	18,0	1.321,2	5,2	6.896,6	3,6
25	66,0	I	Irregular	13°	75,5	15,0	1.132,5	5,6	6.398,6	5,64
26	66,4	I	Irregular	5°	53,9	15,0	808,5	4,9	3.977,8	0,6
27	66,4	I	Ramificada	14°	33,2	12,0	398,4	5,5	2.191,2	2,1
28	81,4	I	Linear	9°	79,0	3,0	237,0	3,5	829,5	1,6
29	82,1	I	Ramificada	10°	88,3	11,0	971,3	5,7	5.584,9	0,8
<b>Área = 41.393,2 m<sup>2</sup></b>					<b>Volume = 277.416,7 m<sup>3</sup></b>					
<b>Área média: 1.427,4 m<sup>2</sup></b>					<b>Volume médio: 9.566,0 m<sup>3</sup></b>					

Tipo: I – Conectada; II – Desconectada; III – Integrada.

As voçorocas encontradas no percurso da BR-174 apresentam em suas cabeceiras uma tubulação que dá passagem a água da chuva que escoar da pista. Dessa forma é evidente que essas estruturas do sistema de drenagem juntamente com outras características provocaram o surgimento das incisões erosivas e contribuem para o crescimento das mesmas (**Fig. 4**).

É importante frisar que não é somente a presença das canaletas que provoca os processos erosivos intensos, mas o conjunto das interações dos elementos que compõem o lugar afetado pela incisão, como: grau de cobertura vegetal, tipo de solo,

características da chuva e o tipo de estrutura que pode apresentar ou não dissipador de energia.



**Fig. 4** – Ocorrência de canaletas que escoam da pista para a voçoroca a água da chuva. BR 174 Km 52,1. Foto de Janara dos S. Tavares em 23/10/2009.

Em 2010 foi feito um novo cadastramento no qual atualmente temos 32 voçorocas, das 29 cadastradas em 2009, apenas uma que localizava-se no km 7 recebeu terraplanagem e foi excluída do cadastro de 2010 e outras quatro foram incluídas nesse novo cadastramento, uma outra localizada no km 56,1 ainda está incluída no cadastro de 2010 entretanto, o poder público está realizando uma obra (construção de uma terceira pista), sendo que o material retirado da área da obra (sedimentos) está sendo depositado no interior da voçoroca como medida de tentativa de contenção, o que ameaça a existência da incisão futuramente.

A tabela atualizada contém dados morfométricos, danos por área e volume e respectivamente valores estimados para contenção das áreas afetadas pelas incisões.

#### **Anexo 05.**

A maioria das voçorocas desse trecho são do tipo conectadas 81,25% (n=26) e a menor parte desconectadas 18,75% (n=6). Como a maioria das incisões é conectada, isso nos mostra que elas contribuem diretamente para o assoreamento dos diversos canais que cortam e margeiam a rodovia. Em relação a forma, 5 voçorocas são lineares (15,6%), 10 irregulares (31,25%), 8 retangular (25%), 5 bifurcada (15,6%), 4 ramificada (12,5%) (**Fig. 5 e 6**).

A característica da forma das incisões indica o estágio de desenvolvimento das incisões. As formas retangulares demonstram geralmente alto grau de evolução (expansão) alcançado pela incisão, a forma ramificada 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 bifurcadas encontradas na estrada estavam correlacionadas geralmente a existência de dois canais dissipadores pluviais.



**Fig. 5** – Voçoroca do tipo conectada, forma retangular. BR 174 Km 27,7. Foto de Janara dos S. Tavares em 16/10/2009.



**Fig. 6** - Voçoroca do tipo conectada, forma ramificada. BR 174 Km 44,5. Foto de Adriana Farias em 08/07/2010.

A declividade das voçorocas do trecho estudado variam entre 4° e 15°, porém observa-se neste caso que não é a declividade o principal elemento que contribui para a ocorrência de incisões erosivas (VIEIRA e ALBUQUERQUE, 2004).

A BR-174 apresenta em alguns pontos riscos imediatos ao tráfego com perigo de desabamento de parte da pista, por isso foi acrescentado a esse trabalho um novo

dado relacionado a evolução das voçorocas em relação a pista. Para isso foi criada uma escala de risco, conforme **Quadro 3** a seguir:

**QUADRO 3 – ESCALA DE RISCO EROSIVO**

Nível	Intervalo*	Descrição	Meses
1	0 – 3	risco imediato	0 – 6
2	3 – 6	risco a curto prazo	6 – 15
3	6 – 15	risco a médio prazo	15 – 36
4	> 15	risco a longo prazo	> 36

- Distância em relação a pista.

Em 2009, dez voçorocas foram classificadas pertencendo a classe de risco imediato, seis pertencendo a classe de risco a curto prazo, dez com risco a médio prazo e apenas três com risco a longo prazo, conforme mostra o quadro acima essa classificação foi feita tendo como base a distância das incisões em relação a pista. Em 2010 essa classificação foi alterada, dezessete voçorocas apresentam risco imediato, três apresentam risco a curto prazo, oito risco a médio prazo e quatro com risco a longo prazo, podemos dessa forma identificar que as voçorocas com risco imediato a pista foram as que aumentaram significativamente, se no primeiro monitoramento feito para este trabalho correspondiam a 34,4% de um total de 29 incisões, hoje correspondem a 53,% de um total de 32 voçorocas, o que significa que mais da metade das voçorocas da BR-174 oferecem risco imediato aos que trafegam pela rodovia como mostra o mapa, ver **Anexo 06**.

No cadastramento de 2010 foi feito o cálculo para possível reposição do material e recuperação da área. De acordo com as medições feitas e dados coletados em campo a área total erodida pelas voçorocas é de 43273,1 m<sup>2</sup>, considerando que o valor médio para recuperação de área degradada é de 60,00 US\$ (VIEIRA, 2008), convertidos para R\$ 105,72 (14/07/10) corresponde a R\$ 4.574832,13. O volume total erodido pelas voçorocas corresponde a 319524,4 m<sup>3</sup>, sendo que o valor médio do material de construção é de 27,50 para uma possível reposição do material erodido seriam gastos R\$ 8.786.928,88 esses valores nos mostram que seria mais viável recuperar a área degradada do que repor o volume erodido.

## 5.0 CONCLUSÕES

A análise preliminar aponta que as voçorocas na BR 174, no trecho entre Manaus e Presidente Figueiredo surgiram e evoluem em função da drenagem das águas oriundas da pista. Todavia, a maior contribuição que este trabalho pode apresentar diz respeito à previsão de risco erosivo.

Assim, do total cadastrado nesse trecho, as voçorocas apresentam os seguintes níveis na escala de risco erosivo: 53,1% (n=17) risco imediato, 9,3% (n=3) risco a curto prazo, 31,2% (n=10) risco a médio prazo e 9,3% (n=3) risco a longo prazo. Vale destacar que para uma maior precisão é necessário um monitoramento constante a fim de ajustar a presente escala de risco erosivo. Uma vez alcançado esses ajustes será possível prever e estabelecer planos de ações que visem conter essas incisões conforme a necessidade (evolução do risco). Entretanto, mais importante que conter as voçorocas existentes seria a existência de medidas preventivas no sentido de evitar que novas incisões surjam e venham somar aos problemas já existentes.

Outro aspecto que chama atenção diz respeito aos danos que essas incisões provocam nas áreas afetadas. Nesse sentido, é importante frizar que o valor da área rural é muito baixo, sendo R\$ 0,008983 para área rural de Manaus e R\$ 0,005807 para área rural de Presidente Figueiredo (INCRA,1995), valor este que multiplicado pelo tamanho total da área alcança um total de R\$ 293,58 talvez esteja nesse baixo valor a explicação para o desinteresse do poder público em monitorar e conter essas incisões. Por outro lado, se a área afetada resultou em danos monetários baixos, a recuperação apresenta valores bem mais expressivos. A recuperação da área total (área total) resultaria em R\$ 4.574832,13, e a reposição de material erodido (volume) custaria R\$ 8.786.928,88. Desta forma, prevenir e monitorar essas incisões demandaria de custos relativamente mais baixos se comparados com a recuperação e/ou recomposição do material erodido.

## AGRADECIMENTOS:

Agradecemos à UFAM, ao Laboratório de Geografia Física - LAGEF, ao Grupo de Pesquisa *Geografia Física da Amazônia*, a FAPEAM pela concessão de bolsa.

## Referências

CUNHA, M.A. (Coord.); FARAH, F.; CERRI, L.E.S.; GOMES, L.A.; GALVÊZ, M.L.; BITAR, O.Y.; AUGUSTO FILHO, O. e SILVA, W.S. da. **Ocupação de Encostas**. São Paulo: IPT, 1991. 216 p.

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

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. **In: GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B. da. Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. p.149-209

HORBE, A. M. C.; HORBE, M. A.; SUGUIO, K. Origem dos depósitos de areias brancas no nordeste do Amazonas. Volume 33. **In: Revista Brasileira de Geociências**: março de 2003. 41-50

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. 401p.

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

VIEIRA, A.F.G.; CUNHA, R.P. da; MARINHO, J.C.; COSTA, J.de F. CADASTRAMENTO DAS VOÇOROCAS DO DISTRITO INDUSTRIAL II - MANAUS (AM). **In: 9ª Semana de Geografia do Amazonas. Anais**. Manaus: UFAM/DEGEO/EDUA, 1999.

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.; MOLINARI, D.C. e MUNIZ, L.da S. Caracterização geral das voçorocas do CIRMAM: Manaus (AM). **In: V Simpósio Nacional de Geomorfologia e I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia**. (Anais). Santa Maria: UGB/UFSM, 2004. p. 20-35

VIEIRA, A.F.G.; MOLINARI, D.C. Notas sobre o rápido surgimento e expansão de voçoroca em via de circulação pavimentada no Distrito Industrial 2 – Manaus (AM). In: **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia e Regional Conference on Geomorphology – Geomorfologia tropical e subtropical: processos, métodos e técnicas.** (Anais). Goiânia: UGB/UFG, 2006. 10p.

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

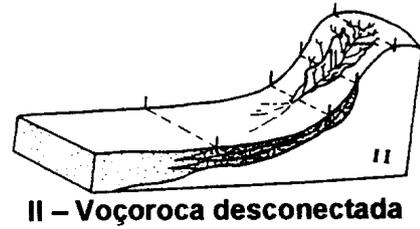
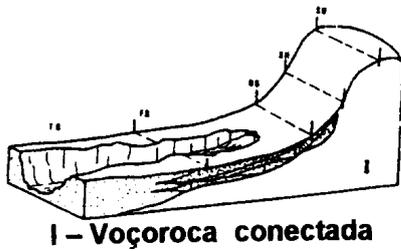
\_\_\_\_\_. **Cadastramento como forma de monitoramento de voçorocas.** In: 4º Simpósio Nacional de Geomorfologia. (Anais). São Luis: UFMA, 2002.

\_\_\_\_\_. **Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (AM): fatores controladores e impactos urbano-ambientais.** (Doutorado). Florianópolis: UFSC/PPGG, 2008. 223p.

## 7. Cronograma de Atividades

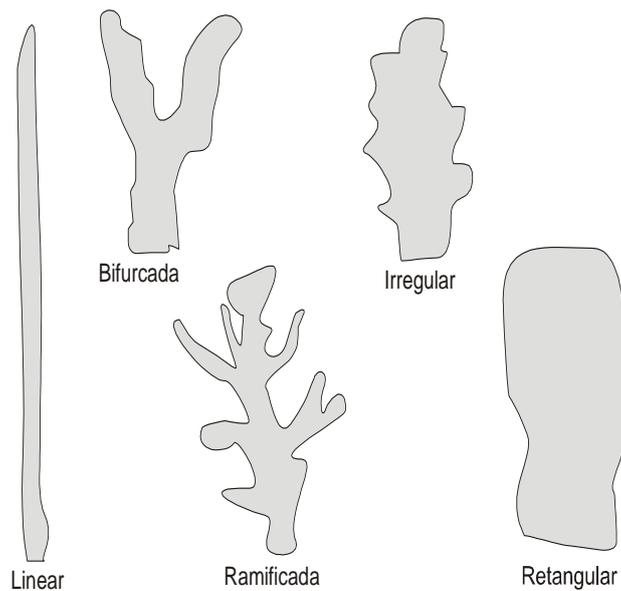
Nº	Descrição	Ago 2009	Set	Out	Nov	Dez	Jan 2010	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
1	Revisão e fundamentação teórica	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
2	Cadastramento e caracterização das voçorocas			E									E
3	Monitoramento das voçorocas			E			E						E
4	Estimar os danos e custos de contenção			E				E					E
5	Previsão de risco de danos a pista											E	E
6	Identificação das principais causas			E									E
7	Produção de gráficos, tabelas e mapas representativos			E									E
8	Análise dos dados coletados				E				E	E	E	E	
9	Entrega do relatório parcial						E						
10	Elaboração do Resumo e Relatório Final											E	E

# ANEXO 1



Tipos de voçorocas (OLIVEIRA, 1992).

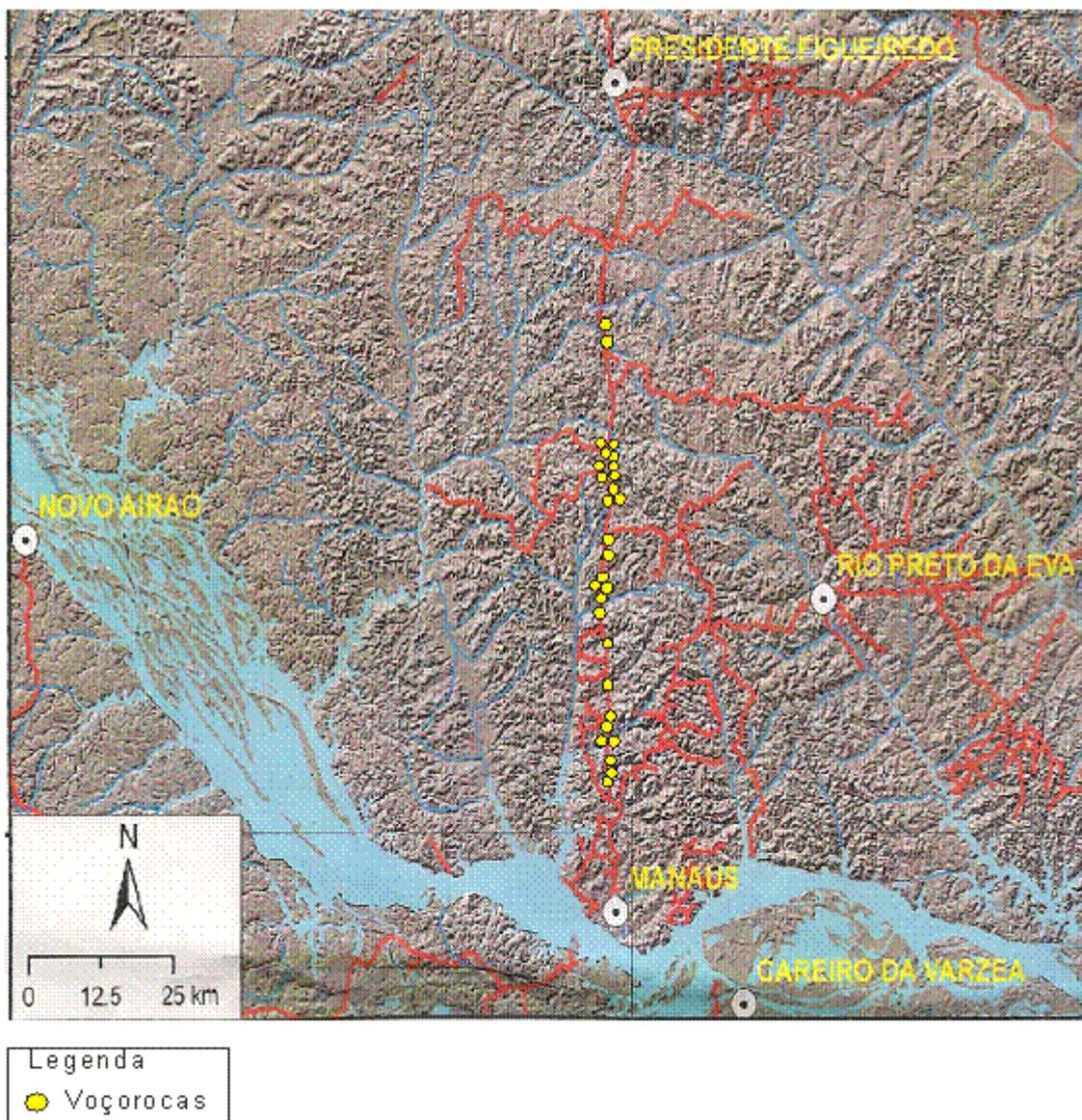
# ANEXO 2



**Fig. 2** – Formas das voçorocas (VIEIRA, 2008).

## ANEXO 3

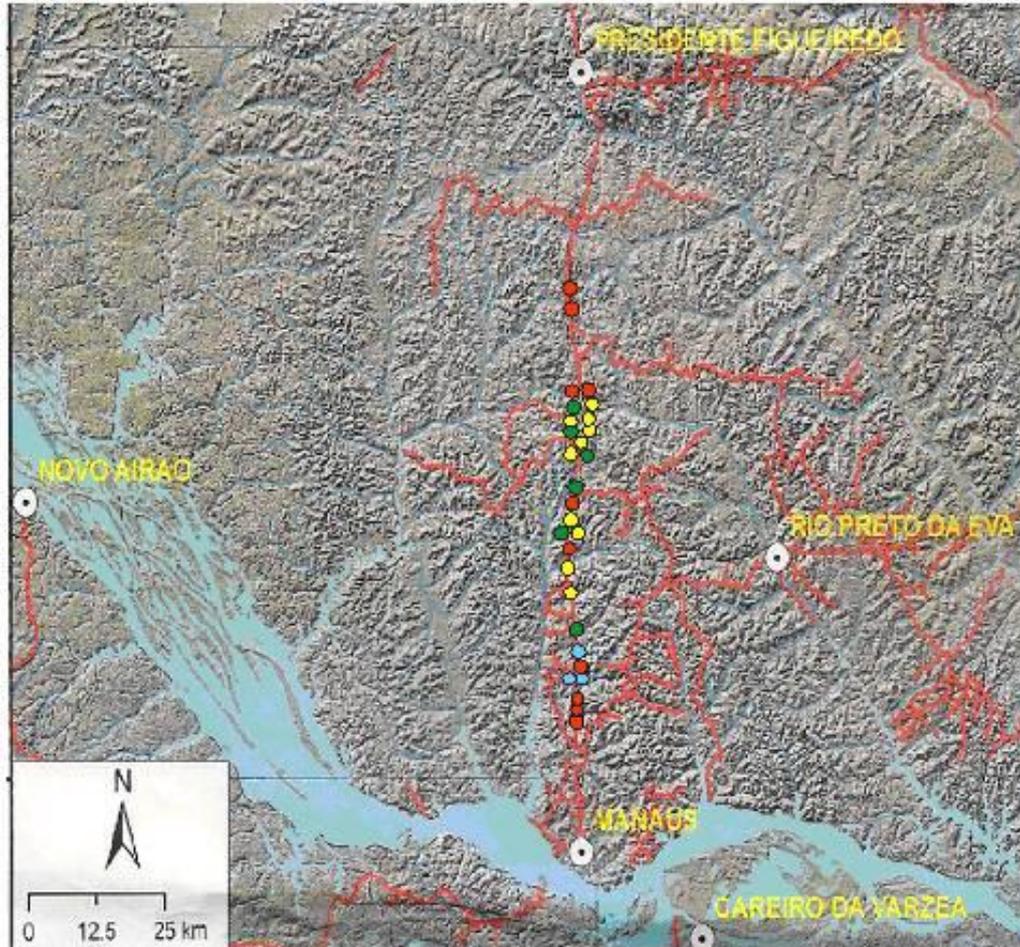
### Mapa de localização das voçorocas na BR-174



Localização das voçorocas no trecho Manaus-Pres. Figueiredo (AM) / BR 174.Cadastramento 2009.

## ANEXO 4

### Mapa de classificação do risco erosivo das voçorocas da BR-174



Legenda	
●	Risco imediato
●	Risco a curto prazo
●	Risco a médio prazo
●	Risco a longo prazo

Identificação do risco erosivo das voçorocas cadastradas no trecho Manaus-Pres. Figueiredo (AM) / BR 174. Cadastramento 2009.

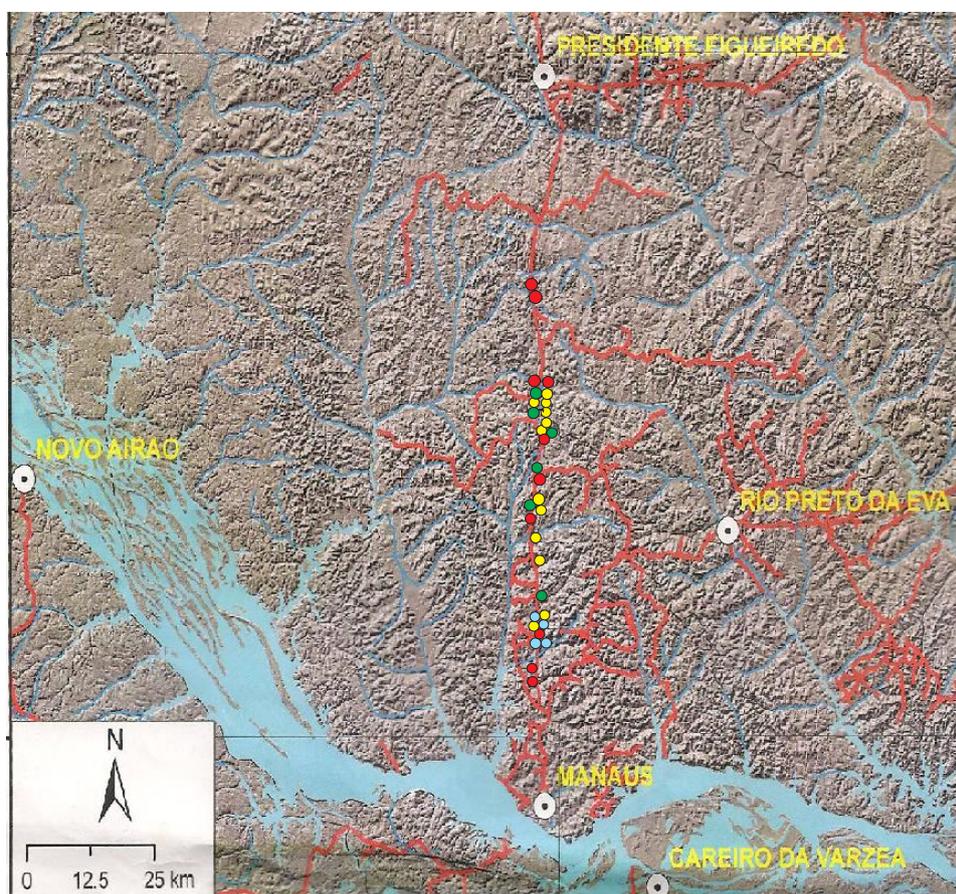
## ANEXO 5

Quadro atual com dados morfométricos e valores estimados para recuperação de área e volume afetados pelas incisões erosivas (voçorocas).

Ord	Km	Tipo	Forma	Decliv Graus	Comp	Larg.	Área	Danos por área	Prof	Volume (m <sup>3</sup> )	Danos por volume	Distância da pista	Risco Nível
1	6	I	Linear	6°	76,0	8,0	608,0	5,46	3,0	1824,0	50160,00	0,0	1
2	6,5	I	Irregular	9°	153,0	6,0	918,0	8,24	2,4	2157,3	59325,75	4,7	1
3	10,2	I	Retangular	8°	43,7	11,6	506,0	4,55	8,0	4048,2	111324,27	12,5	4
4	10,2	II	Bifurcada	8°	34,1	21,0	716,5	6,44	1,5	1074,8	29556,45	14,7	4
5	12,5	II	Retangular	4°	9,0	8,3	74,3	0,67	1,5	111,4	3062,81	1,5	1
6	12,5	II	Linear	2°	6,0	2,0	12,0	0,11	2,1	25,2	693,00	6,6	3
7	12,5	II	Irregular	15°	55,0	6,8	374,0	3,36	2,2	822,8	22627,00	17,5	4
8	12,5	I	Irregular	10°	40,0	20,0	800,0	7,19	3,0	2400,0	66000,00	8,7	3
9	14	I	Retangular	5°	32,0	24,9	796,8	7,16	11,0	8764,8	241032,00	14,8	4
10	19,7	I	Retangular	14°	55,0	30,3	1666,5	14,97	16,1	26830,7	737842,88	3,5	2
11	27,7	I	Retangular	13°	60,0	18,0	1080,0	9,70	5,0	5400,0	148500,00	2,0	1
12	34,6	I	Bifurcada	8°	78,4	50,3	3943,5	35,42	8,7	34308,5	943482,38	7,7	3
13	36,2	I	Linear	3°	60	8,9	534,0	4,80	2,7	1441,8	39649,50	2,2	1
14	36,7	II	Irregular	6°	49,0	4,0	194,5	1,75	2,9	564,1	15511,38	2,8	1
15	36,7	I	Retangular	6°	62,0	16,0	992,0	8,91	9,6	9523,2	261888,00	9,6	3
16	37,8	I	Bifurcada	8°	26,6	3,7	98,4	0,88	6,8	669,3	18404,54	10,7	3
17	43,5	I	Linear	6°	132,8	9,7	1288,2	7,48	6,1	7858,0	216095,55	1,1	1
18	44,5	I	Ramificada	7°	73,0	74,6	5445,8	31,62	6,0	32674,8	898557,00	2,9	2
19	51,6	I	Irregular	12°	124,0	30,5	3782,0	21,96	12,5	47275,0	1300062,50	0,5	1
20	51,6	I	Ramificada	4°	32,3	37,1	1198,3	6,96	5,4	6411,1	176304,30	4,8	1
21	52,1	I	Retangular	4°	78,0	9,4	733,2	4,26	6,4	4692,5	129043,20	2,2	1
22	52,7	II	Irregular	8°	12,0	3,5	42,0	0,24	3,1	130,2	3580,50	3,0	1
23	56,1	I	Bifurcada	5°	74,8	10,0	748,0	4,34	3,0	2244,0	61710,00	5,8	2
24	56,1	I	Bifurcada	7°	145	44,6	6467	37,55	7,2	46562,4	1280466,00	9,6	3
25	56,6	I	Irregular	11°	163	18	2934	17,04	10,2	29926,8	822987,00	8,3	3
26	56,6	I	Irregular	9°	104,6	20	2092	12,15	6,5	13598,0	373945,00	8,1	3
27	63,4	I	Retangular	6°	75,4	19,6	1477,8	8,58	5,4	7980,1	219452,75	2,0	1
28	66	I	Irregular	13°	75,5	15	1132,5	6,60	5,7	6398,6	175961,50	0,6	1
29	66,4	I	Irregular	5°	53,9	15	808,5	4,69	4,9	3977,8	109389,50	0,7	1
30	66,4	I	Ramificada	14°	33,2	12	398,4	2,31	5,5	2191,2	60258,00	2,1	1
31	81,4	I	Linear	9°	79,0	3,0	237,0	1,38	3,5	829,5	22811,25	0,8	1
32	82,1	I	Ramificada	10°	90,3	13	1173,9	6,82	5,8	6808,6	187237,05	0,2	1
					2186,6	574,7	43273,1	293,58	183,6	319524,4	8786921,05	172,2	
					68,3	18,0	1352,3	9,17	5,7	9985,1	274591,28	5,4	

## ANEXO 6

Mapa de classificação do risco erosivo das voçorocas da BR-174



Legenda	
●	Risco imediato
●	Risco a curto prazo
●	Risco a médio prazo
●	Risco a longo prazo

Identificação do risco erosivo das voçorocas cadastradas no trecho Manaus-Pres. Figueiredo (AM) / BR 174. Cadastramento 2010.