

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**EROSÃO POR VOÇOROCAS EM ÁREAS
URBANAS: O CASO DE MANAUS (AM).**

Antonio Fábio Guimarães Vieira

Orientador: Prof. Dr. Marcelo A. Teixeira de Oliveira

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Área de Concentração: UTILIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE
RECURSOS NATURAIS**

Florianópolis – SC, outubro de 1998

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**EROSÃO POR VOÇOROCAS EM ÁREAS
URBANAS: O CASO DE MANAUS (AM)**

Antonio Fábio Guimarães Vieira

Orientador: Prof. Dr. Marcelo A. Teixeira de Oliveira

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Área de Concentração: UTILIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE
RECURSOS NATURAIS**

Florianópolis – SC, outubro de 1998

**EROSÃO POR VOÇOROCAS EM
ÁREAS URBANAS: O CASO DE MANAUS (AM).**

por

Antonio Fábio Guimarães Vieira

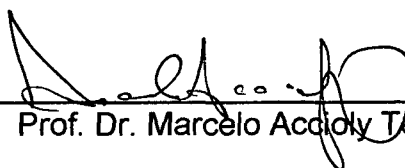
Dissertação submetida ao Curso de Mestrado em Geografia, concentração em Utilização e Conservação de Recursos Naturais, do Departamento de Geociências do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da UFSC, em cumprimento aos requisitos necessários a obtenção do grau acadêmico de Mestre em Geografia.



Prof^a. Dr^a. Leila Christina Duarte Dias
Coordenadora do Curso de Pós-Graduação em Geografia

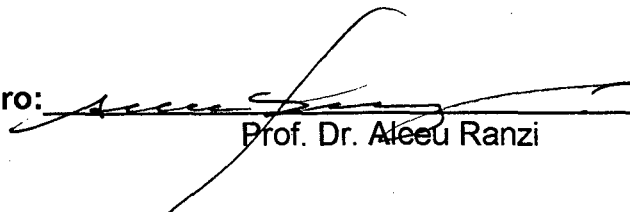
APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM: 07 / 10 / 1998.

Orientador:



Prof. Dr. Marcelo Accioly Teixeira de Oliveira

Membro:



Prof. Dr. Azeu Ranzi

Membro:



Prof^a. Msc. Maria Dolores Buss

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE MAPAS	v
ÍNDICE DE TABELAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS	vi
ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS	vii
DEDICATÓRIA	ix
AGRADECIMENTOS	x
RESUMO	xii
ABSTRACT	xv
INTRODUÇÃO GERAL	02

Primeira Parte

Discutindo a temática

1. Fatores que contribuem para a erosão natural e acelerada	05
1.1. Erosividade da chuva	06
1.1.1. Processos hidrológicos	07
1.2. Propriedades do solo	12
1.3. Cobertura vegetal	13
1.4. Características da encosta	14
1.5. Influência antrópica	16
1.5.1. Retirada da cobertura vegetal	17
1.5.2. Concentração de águas pluviais	18
1.5.3. Manejo inadequado de áreas	19

2. Definições, classificações e formas de voçorocas	23
2.1. Definição de voçoroca	24
2.2. Classificações e formas de voçorocas	27
2.3. Voçorocas rurais e urbanas	29

Segunda Parte
Manaus: a área de estudo

3. Aspectos físicos da cidade de Manaus	37
3.1. Localização	37
3.2. Geomorfologia	39
3.3. Geologia	45
3.4. Solo	47
3.5. Clima	49
3.6. Vegetação	55
4. Caracterização urbana de Manaus	59
4.1. Histórico da evolução urbana	59
4.2. Causas e conseqüências da expansão urbana	69

Terceira Parte
Procedimentos metodológicos

5. Procedimentos metodológicos	76
5.1. A área de estudo	76
5.2. Materiais utilizados	77
5.3. Cadastramento	78
5.4. Monitoramento das voçorocas	80

5.5. Descrição de perfis de solo e coleta de amostras para análise granulométrica	81
5.6. Monitoramento de pluviômetros	82
5.7. Análise dos resultados	83

Quarta Parte

Voçorocas urbanas de Manaus

6. Voçorocas urbanas de Manaus	85
6.1. Cadastramento	87
6.2. Distribuição espacial	91
6.3. Monitoramento das voçorocas	94
6.4. Voçorocas que não receberam medidas de contenção	126
6.5. Medidas de contenção adotadas nas voçorocas em Manaus	132
6.5.1. Ação direta do poder público	133
6.5.2. Ação indireta do poder público	138
6.5.3. Ação dos moradores	140
CONCLUSÃO GERAL	143
BIBLIOGRAFIA	158
Anexo 1 – Dados pluviométricos	154
Anexo 2 – Dados granulométricos	162
Anexo 3 – Cadastro das voçorocas	174
Anexo 4 – Perfis de solo	214

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Modelo conceitual para evolução de voçorocas	28
Figura 02 - Formas de voçorocas	29
Figura 03 - Perfis topográficos da cidade de Manaus	41
Figura 04 - Representação esquemática de terra firme, várzea e igapó	43
Figura 05 - Perfis topográficos dos barrancos dos bairros: São Raimundo e Educandos	44
Figura 06 - Modelo de representação esquemática de ilha de calor	51
Figura 07 - Sistema de Circulação Perturbada da Região Norte	54
Figura 08 - Igarapé do Espírito Santo	63
Figura 09 - Carta temática: relação entre a vegetação e a ocupação urbana da cidade de Manaus	73
Figura 10 - Modelo de ficha cadastral utilizada no recadastramento das voçorocas em Manaus	79
Figura 11 - Voçoroca Petrobrás	95
Figura 12 - Perfil 1 – Voçoroca Petrobrás	97
Figura 13 - Voçoroca Cobal	99
Figura 14 - Perfil 1 – Voçoroca Cobal	101
Figura 15 - Perfil 1 – Voçoroca Siderama 1	103
Figura 16 - Perfil 2 – Voçoroca Siderama 1	104
Figura 17 - Perfil 3 – Voçoroca Siderama 1	104
Figura 18 - Voçoroca Siderama 1	105
Figura 19 - Voçoroca Siderama 2	107
Figura 20 - Perfil 1 – Voçoroca Siderama 2	109
Figura 21 - Perfil 2 – Voçoroca Siderama 2	110
Figura 22 - Perfil 3 – Voçoroca Siderama 2	110
Figura 23 - Perfil 4 – Voçoroca Siderama 2	111
Figura 24 - Perfil 5 – Voçoroca Siderama 2	111

Figura 25 - Perfil 6 – Voçoroca Siderama 2	111
Figura 26 - Voçoroca Siderama 3	113
Figura 27 - Perfil 1 – Voçoroca Siderama 3	114
Figura 28 - Perfil 2 – Voçoroca Siderama 3	114
Figura 29 - Perfil 3 – Voçoroca Siderama 3	114
Figura 30 - Perfil do solo representativo das voçorocas Cobal, Siderama 1, Siderama 2 e Siderama 3	116

LISTA DE MAPAS

Mapa 01 - Mapa de localização de Manaus – Am	38
Mapa 02 - Unidades morfoestruturais da região de Manaus e arredores ..	39
Mapa 03 - Localização do igarapé do Mindú e igarapé do Quarenta	42
Mapa 04 - Geologia da Região do Médio Amazonas	46
Mapa 05 - Localização das estações pluviométricas	52
Mapa 06 - Cidade de Manaus / 1852	62
Mapa 07 - Cidade de Manaus / 1896	65
Mapa 08 - Mapa da evolução da cidade de Manaus de 1665 a 1990	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Relação entre o comprimento da encosta e a perda de solo	16
Tabela 02 - Pluviosidade registrada no período de 06/97 a 06/98 em Manaus	49
Tabela 03 - Distribuição de área e população por zonas em Manaus	68

Tabela 04 - Densidade populacional por zonas em Manaus	69
Tabela 05 - Voçorocas em estágio de evolução em Manaus	89
Tabela 06 - Distribuição das voçorocas em Manaus por zonas	91
Tabela 07 - Granulometria do perfil 1 – Voçoroca Petrobrás	96
Tabela 08 - Granulometria do perfil 1 – Voçoroca Cobal	100
Tabela 09 - Granulometria dos perfis 1,2 e 3 – Voçoroca Siderama 1	102
Tabela 10 - Granulometria dos perfis 1,2,3,4,5, e 6 –Voçoroca Siderama 2	108
Tabela 11 - Granulometria dos perfis 1,2 e 3 – Voçoroca Siderama 2	115
Tabela 12 - Demonstrativo da evolução das voçorocas monitoradas	117
Tabela 13 - Índice de erosividade mensal – Estação Cobal	122
Tabela 14 - Índice de erosividade mensal – Estação Mundo Novo	122
Tabela 15 - Índice de erosividade mensal – Estação INMET	122
Tabela 16 - Valores relativos à perda de área e outros danos relativos às voçorocas	131

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Dados pluviométricos	50
Gráfico 02 - Área ocupada pelas zonas administrativas em relação à área total do sítio urbano de Manaus	67
Gráfico 03 - População total por zonas administrativas	68
Gráfico 04 - Granulometria do perfil 1 – Voçoroca Petrobrás	96
Gráfico 05 - Granulometria do perfil 1 – Voçoroca Cobal	100
Gráfico 06 - Granulometria dos perfis 1,2 e 3 – Voçoroca Siderama 1	103
Gráfico 07 - Granulometria dos perfis 1,2,3,4,5 e 6 – Voçoroca Siderama 2	108
Gráfico 08 - Granulometria dos perfis 1,2 e 3 – Voçoroca Siderama 3	115
Gráfico 09 - Dados pluviométricos do período de 1988 a 1997 em Manaus	121

Gráfico 10 - Relação das médias mensais de 1988 a 1997 e totais mensais de 1997 – Estação INMET	121
Gráfico 11 - Relações entre totais mensais, médias mensais e índice de erosividade mensal – Estação Cobal	123
Gráfico 12 - Relações entre totais mensais, médias mensais e índice de erosividade mensal – Estação Mundo Novo	123
Gráfico 13 - Relações entre totais mensais, médias mensais e índice de erosividade mensal – Estação INMET	124

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 01 - Voçoroca Cobal	25
Foto 02 - Erosão por sulcos	26
Foto 03 - Erosão por ravinas	26
Foto 04 - Av. Eduardo Ribeiro em 1910	63
Foto 05 - Av. Eduardo Ribeiro em 1998	63
Foto 06 - Área de expansão do Conj. Francisca Mendes	94
Foto 07 - Voçoroca Petrobrás	95
Foto 08 - Alcovas de regressão na Voçoroca Petrobrás	98
Foto 09 - Voçoroca Cobal	99
Foto 10 - Voçoroca Siderama 1	105
Foto 11 - Voçoroca Siderama 2	107
Foto 12 - Voçoroca Siderama 3	113
Foto 13 - Fenda na borda da Voçoroca Siderama 2	118
Foto 14 - Alcova de regressão – Voçoroca Cobal	126
Foto 15 - Voçoroca Mauazinho 2 – maio/1995	128
Foto 16 - Voçoroca Mauazinho 2 – fevereiro/1997	128
Foto 17 - Voçoroca Canaranas 2	130

Foto 18 -	Voçoroca Canaranas 1	133
Foto 19 -	Dissipador de energia – Voçoroca Canaranas 1 – Jan./1996 ...	135
Foto 20 -	Dissipador de energia – Voçoroca Canaranas 1 – Dez./1997 ..	135
Foto 21 -	Voçoroca Canaranas – Desvio	135
Foto 22 -	Voçoroca Creche 1 – Abri./1995	137
Foto 23 -	Voçoroca Creche 1 – Dez./1997	137
Foto 24 -	Voçoroca Creche 3	137
Foto 25 -	Voçoroca Armando Mendes 1 – Jul./1995	138
Foto 26 -	Voçoroca Armando Mendes 1 – Dez./1997	138
Foto 27 -	Voçoroca Armando Mendes 2 – Jul./1995	139
Foto 28 -	Voçoroca Armando Mendes 2 – Dez./1997	139
Foto 29 -	Voçoroca Cidade de Deus – Jul./1995	139
Foto 30 -	Área onde se localizava a Voçoroca Cidade de Deus - Dez./1997	139

*Para meu pais,
Antonio e Anita, pelos anos
de total apoio e incentivo a minha
formação educacional e profissional.*

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador,
Professor Doutor Marcelo A. T. de Oliveira,
pela orientação dedicada e incentivos à conclusão deste estudo.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos, sem a qual, este
trabalho não seria possível.

Ao Governo do Estado do Amazonas, pela concessão de passagem
aérea a Florianópolis, a fim de iniciar as atividades ligadas ao
curso de Mestrado em Geografia.

Aos funcionários da Pró-Reitoria para Pesquisa e Pós-Graduação,
Departamento de Pós-Graduação da Universidade do Amazonas, pelo
apoio e compreensão nas entregas das freqüências e relatórios semestrais.

Aos coordenadores e professores do curso de
Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de
Santa Catarina pelo apoio prestado.

Aos amigos da turma de 1996 por toda ajuda, paciência e
sobretudo pelo companheirismo nos momentos difíceis.
Em especial às amigas Lilian, Socorro, Heloisa e Sandra.

Aos coordenadores e laboratoristas do Laboratório de Solos e
Plantas da EMBRAPA - Manaus, pela análise das amostras de solo.

Ao IMPLAN, pelas cartas e mapas fornecidos.

Ao INMET – Manaus, pelo fornecimento de
dados pluviométricos da cidade de Manaus.

Às empresas PETROBRÁS , SIDERAMA e COBAL
por nos permitir monitorar as Voçorocas.

Aos professores do Departamento de Geografia da Universidade do Amazonas, Vítor Ribeiro Filho, Geraldo Alves de Souza e José Aldemir de Oliveira pelos incentivos e apoio.

Ao professor José Alberto L. de Carvalho, do Departamento de Geografia da Universidade do Amazonas pelo apoio em Florianópolis quando da seleção do mestrado em 1995.

Ao amigo Júlio César no serviços de informática.

Ao amigo Jacques e ao aluno Marco Mar do curso de Geografia da Universidade do Amazonas pela ajuda nos trabalhos de campo.

Por último, mas não menos importante, a toda minha família, especialmente:
a minha sempre compreensiva e adorável Nágyla,
companheira e colaboradora nos trabalhos de campo, que, com
paciência e amor, sempre esteve ao meu lado, mesmo nos
momentos em que estivemos distantes.
Sobretudo pela minha filha Rebecca, que acaba de nascer.

Ao estimado e sempre lembrado Tio Paulo pelas
conversas de incentivo e apoio.

Ao Jailson e ao meu Tio Pedro pela coleta
de dados referentes ao pluviômetro da Estação Mundo Novo.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para
este estudo meu **muito obrigado**.

A Deus, por tudo.

RESUMO

O presente trabalho busca identificar as principais causas do surgimento e evolução da erosão por voçorocas na cidade Manaus, assim como apontar como estão distribuídas espacialmente dentro da cidade e quais as conseqüências sociais e urbanas decorrentes da existência dessas incisões.

Para a resolução desses objetivos, realizamos primeiramente um recadastramento, verificando aspectos como: localização (acesso, bairro, zona); tipo e forma da voçoroca; parâmetros dimensionais (comprimento, largura e profundidade); características da encosta (declividade e forma); uso e ocupação da área a montante da incisão, histórico da ocorrência; danos materiais; medidas de contenção adotada (eficácia e custo) e previsão de evolução.

As características da área onde cada voçoroca se localiza e as conseqüências decorrentes de suas respectivas existências foram registradas em suas respectivas fichas cadastrais. Ao todo trabalhamos com 27 voçorocas do primeiro cadastramento e 4 que foram incluídas no recadastramento. Desse universo de 31 voçorocas, escolhemos cinco para um estudo mais detalhado.

Essa fase do trabalho incluiu o monitoramento através da técnica denominada *levantamento por ordenada*, descrição de perfis de solo (cor, textura e características pertinentes a cada camada, como: existência de alcovas de regressão e filetes verticais) com posterior coleta de amostras para análise granulométrica e acompanhamento pluviométrico, por meio de dois pluviômetros instalados para esta pesquisa (um próximo às voçorocas monitoradas na Zona Sul e o outro localizado na Zona Norte da cidade) e um terceiro pluviômetro de responsabilidade do Instituto de Meteorologia de Manaus – INMET, instalado na

Zona Leste. Os dados resultantes desses pluviômetros nos deram um parâmetro da distribuição espaço/temporal das chuvas em Manaus.

Observamos, após a análise dos dados obtidos em campo, que o surgimento das voçorocas em Manaus ocorreu principalmente pelo manejo inadequado do espaço urbano, quer seja pelo poder público, quer seja pela população geral (principalmente aquela população que transforma áreas verdes em desorganizadas ocupações – “invasões”.)

A maior parte das voçorocas existentes na cidade de Manaus seguem padrões naturais de expansão. Podemos observar que a ordem de influência natural é a seguinte: erosividade, características da encosta, erodibilidade e o grau cobertura vegetal.

Quanto às conseqüências sociais e urbanas decorrentes da existência das voçorocas em Manaus, observamos: inutilização de grandes extensões do terreno, inutilização de outras áreas localizadas próximas a estas incisões, em virtude do perigo de desabamento de grandes blocos de material que compõe o solo, com possível destruição de casas e ruas que por ventura estejam próximas ao local e a utilização da incisão pelos moradores próximos como depósito de lixo (agravando mais ainda o problema).

Pela pesquisa realizada nas voçorocas localizadas no perímetro urbano da cidade de Manaus, observamos o quanto é complexa a análise de aspectos físicos e humanos dentro de uma única temática, como é o caso do estudo que por hora esgotamos. Com efeito, esse trabalho necessitará, num outro momento, ser aprofundado, no sentido de compreendermos mais ainda a *erosão por voçorocas em áreas urbanas: o caso de Manaus*.

ABSTRACT

This work attempts to identify the main causes of the origin and the evolution of erosion by gullies in Manaus. In addition, it examines its distribution inside the town, as well as the social and urban consequences, which have resulted from the incisions.

In order to reach these objectives, first of all, we produced a data base registering aspects of the gully erosion, such as: its dimensions (length, breath and depth); and also slope characteristics (declivity and form); the size of the area affected by the incision, historical of occurrence, what has been damaged it; measures taken to contain it (efficiency and cost) and prognosis of future evolution.

After having registered in the data in our data base, we observed the charecteristics of the area where each kind of water is located, as well as its consequences. In the first data base, we worked with twenty seven gullies , but we included four more in the second cadaster. From this universe of thirty one gullies we close five of them to do a more detailed study.

This plase of work included monitoring through a specific technique called "levantamento por ordenada" which means ground profiles (color, texture and its characteristics related to each layer, such as: the existence of fine bands of fibers) as in privious samples. These samples are submitted to a granular analysis with a pluviometer accompaniment. In order to make this research possible, we installed two pluviometers in town (one was settled in the North and the other one in the South of Manaus. We also could rely upon a third source

which was another available pluviometer from the local Meteorological Institute, located in East Manaus. The result of the pluviometers data has given us a better possibility to verify rain distribution in Manaus, taking into account time and space.

After getting data from the analysis, we observed that the origin of gullies in Manaus took place mainly because of the improper use of the urban area. No matter if this use has been done by public agencies, or if it has been practiced by the whole population, specially the people that transform green areas into slums.

The majority of the gullies existent in Manaus follows the normal expectancy, and this fact leads us to state that natural influence is not only due to aersivity but also due to the amount of vegetal cover in the area.

Social and urban consequences of rain and subterranean water in Manaus made us perceive loss of a big part ground, as well as lack of use of other areas next to the incisions. It was emphasized not only because of the dangerous possibility of the blocks that make part of the ground follow down, but also because of the danger of demolishing houses and streets around the incisions. In fact, their use, as trash deposits, by the people, can make the situation worse.

From this research on the origin and evolution of erosion by gully erosion, in the urban perimeter of Manaus, we could observe how complex it is to analyse physical and human aspects within a single thematic approach, as pointed out in this study, which has just been finished. We can conclude that this work needs to be expanded in the near future, in order to provide us with better comprehension of gully erosion in urban areas, specially, Manaus.

EROSÃO POR VOÇOROCAS EM ÁREAS URBANAS: O CASO DE MANAUS (AM)

Primeira Parte

Discutindo a temática

Segunda Parte

Manaus: a área de estudo

Terceira Parte

Procedimentos metodológicos

Quarta Parte

Voçorocas urbanas de Manaus

INTRODUÇÃO GERAL

O nosso interesse em entender toda a dinâmica que envolve o complexo fenômeno erosivo em Manaus, nasceu com um projeto de Iniciação à Pesquisa intitulado *Mapeamento e estudo das voçorocas do sítio urbano de Manaus* realizado no período de agosto de 1994 a julho de 1995, com financiamento do CNPq.

Como resultado deste mapeamento constatou-se, na época, a existência de 40 voçorocas, as quais estavam mais concentradas nas zonas leste e norte do sítio urbano de Manaus. Contudo, este trabalho ficou limitado à localização das voçorocas num mapa da cidade de Manaus, na escala de 1:25.000, confeccionado para este fim.

Dessa forma, o objetivo principal do presente trabalho foi o de identificar as causas do aparecimento da erosão por voçorocas na cidade de Manaus, assim como as conseqüências sociais e urbanas decorrentes deste processo. Para tanto, foi feita uma caracterização do tipo de expansão urbana em Manaus, no sentido de correlacionar o surgimento e evolução de voçorocas com a expansão urbana da cidade nos últimos 20 anos.

Foi realizada nova pesquisa para verificar o surgimento e modificação das voçorocas existentes em Manaus, caracterizando a área na qual cada voçoroca se encontra inserida. Foi feita análise granulométrica de 56 amostras coletadas em cinco voçorocas, as quais foram monitoradas durante um ano (de 06 de janeiro de 1997 a 06 de janeiro de 1998) através da técnica denominada "*levantamento por ordenadas*", por meio da qual foi possível estimar as taxas de evolução de cada voçoroca,

correlacionando-as ainda com os dados pluviométricos, as características da encosta, a cobertura vegetal e o uso e ocupação da área.

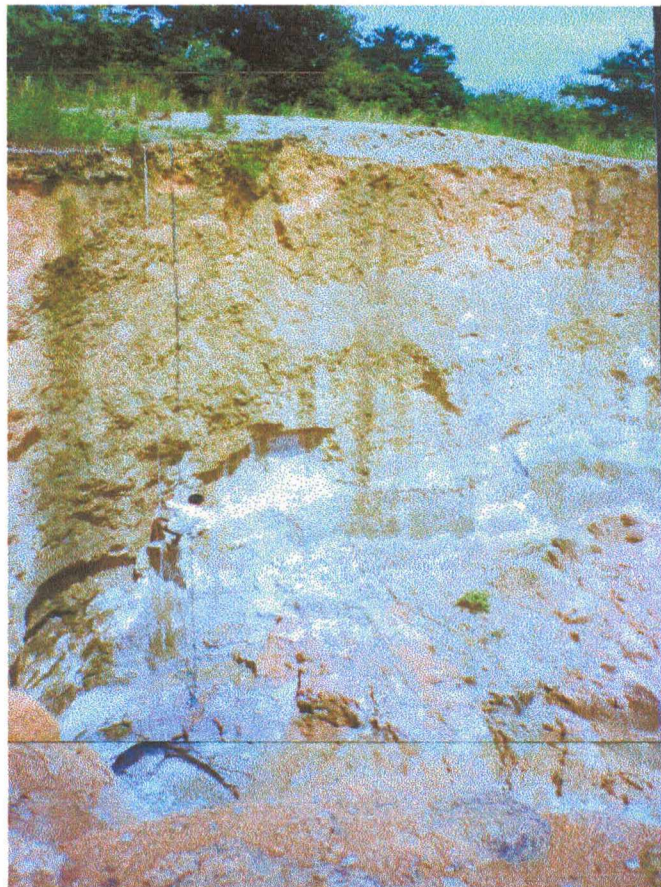
Por fim, foi diagnosticada situação das voçorocas cadastradas, ou seja, quantas estão estagnadas ou em vias de estagnação, quantas receberam obras de contenção e quantas ainda estão em estado de evolução (lento, moderado e acelerado). Identificou-se ainda o tipo de uso que tem sido destinado a elas, uma vez que algumas foram transformadas em depósitos de lixo.

Ao todo foram trabalhadas 31 voçorocas (27 do primeiro cadastramento e quatro do segundo, realizado no início do ano de 1997), sendo que, deste total, cinco foram analisadas mais detalhadamente, conforme veremos no decorrer do capítulo 6 deste trabalho.

No capítulo 1, é feita a revisão bibliográfica dos conceitos de erosão dos solos; No capítulo 2, a discussão dos conceitos de erosão dos solos é direcionada para as definições, classificações e formas de voçorocas; No capítulo 3, apresentam-se os aspectos físicos naturais da área de estudo; No capítulo 4, mostra-se a evolução urbana da área de estudo, correlacionando-a ao surgimento de processos erosivos; No capítulo 5, discorre-se a respeito dos procedimentos metodológicos empregados nesta pesquisa; Por último, no capítulo 6 demonstram-se os resultados conforme os objetivos propostos para este trabalho.

Primeira Parte

Discutindo a temática



Voçoroca Cobal (prof. 14,9m). Maio/1991. (foto do autor)

Capítulo 1: Fatores que contribuem para a erosão natural e acelerada

Introdução

Em termos gerais, pode-se dizer que a erosão representa a destruição das reentrâncias ou saliências do relevo, tendendo a um nivelamento (Guerra, 1993).

No entanto, a erosão pode ser dividida em dois grupos: a erosão natural e a erosão acelerada. A primeira ocorre devido à ação de chuva, gelo, vento e outros agentes naturais (em nosso país, predomina a erosão causada pela chuva) e representa o desgaste da superfície do terreno sob condições de meio ambiente natural, ou seja, está relacionada a fatores físicos (erosividade da chuva, propriedades do solo, cobertura vegetal e características da encosta) sem intervenção do homem (FAO, 1967; Wild, 1993) ao contrário da erosão acelerada, que além dos aspectos físicos, pode também receber influência antrópica.

Alguns autores (Dorst, 1973; São Paulo, 1990; Curi, 1993 e Wild, 1993) caracterizam erosão acelerada como um processo muito mais rápido que a erosão natural, resultando da ação antrópica sobre o meio, interagindo em conjunto com os processos físicos naturais. O conceito de erosão acelerada tem sido alvo de questionamento. Mas, entendemos a erosão acelerada como *tipo* de processo erosivo, em suas várias formas, como sulcos, ravinas e voçorocas podendo ou não ter sua origem ligada a influência do homem.

Nesse sentido, neste capítulo serão apresentados os principais fatores físicos naturais, que influenciam no surgimento e desenvolvimento de processos erosivos, assim como as ações antrópicas que contribuem também para esse quadro.

1.1. Erosividade da Chuva

A erosividade da chuva é, segundo Hudson (1961) *apud* Guerra (1994), a “habilidade da chuva em causar erosão”. No entanto, o grau de erosividade depende de alguns parâmetros, como: total de chuva, intensidade, o momento e a energia cinética das gotas da chuva, assim como das características das gotas de chuva, que varia no tempo e no espaço (Guerra, 1994).

Há uma grande relação entre total de chuva (diária, mensal, sazonal ou anual) e o aumento de erosão (Guerra, 1994). No entanto, a intensidade é possivelmente o parâmetro mais importante para predizer as taxas de perda de solo (Wischmeier, 1959 *apud* Guerra, 1994), uma vez que a distribuição das gotas de chuva e da energia cinética são características de cada intensidade (Stocking e Elwell, 1976 *apud* Guerra, 1994).

A ação da energia cinética das gotas de chuva será mais detalhada no item sobre Processos Hidrológicos. Contudo, cabe neste item (erosividade da chuva) uma pequena explicação.

Segundo Fournier (1975), a energia cinética das gotas da chuva pode ser medida em função de sua massa e da sua velocidade de sua queda. A massa se mede a partir do diâmetro de uma gota assimilada a uma esfera, onde a dimensão máxima de uma gota é da ordem de 9mm, uma vez que uma gota maior não consegue manter-se estável em virtude da tensão superficial da água ser insuficiente.

A velocidade de queda de um gota de chuva depende de sua massa e de seu diâmetro. Essa velocidade não é constante: aumenta à medida que alcança a velocidade limite ou “velocidade crítica”. Esta é alcançada quando a distância percorrida for maior que 20m (Fournier, 1975).

Outro fator de grande importância ligado à intensidade da chuva diz respeito às taxas de infiltração que, dependendo da intensidade, pode gerar escoamento superficial quando a capacidade de infiltração é excedida (Horton, 1933 *apud* Guerra, 1994).

O momento da chuva também é um parâmetro utilizado juntamente com a energia cinética das gotas para medir a erosividade e perda de solo. Todavia, a maioria dos autores tem demonstrado que a energia cinética representa melhor a perda de solo que o momento (Hudson 1961, Kinell 1973, Elwell e Stocking 1973 *apud* Guerra, 1994).

1.1.1. Processos Hidrológicos

Após eventos chuvosos, a água precipitada pode seguir várias direções: uma parte cai diretamente na superfície do terreno (devido a falta de vegetação ou entre os espaços existentes na vegetação), outra parte é interceptada pela copa das árvores, da qual uma parte é evaporada (uma pequena quantidade) ou ainda chega ao solo ou por gotejamento das folhas ou por escoamento de tronco (fluxo de tronco ou *stem flow*).

No caso em que a água cai direta ou indiretamente no terreno (gotejamento), pode ocorrer a erosão por salpicamento, desde que a superfície do terreno esteja desprovida de proteção (serrapilheira e/ou camada orgânica) (Corrêa, 1959; Guerra, 1994).

A erosão por salpicamento, também conhecida como erosão por embate, ou ainda do inglês *splash erosion*, é resultado das forças do impacto das gotas de chuva que destróem os agregados do solo em partículas menores, as quais são

lançadas em várias direções (Schultz, 1983; Bigarella & Mazuchowski, 1985; Amaral, 1989; São Paulo, 1990; Lepsch, 1993 e Guerra, 1994).

Segundo Neboit (1983), medir os diâmetros das gotas de chuva é tarefa difícil, em virtude da falta de uma técnica mais simples para avaliar diretamente a energia cinética de uma chuva. Diversas fórmulas acabam associando a energia cinética das gotas de chuva com a intensidade desta (Neboit, 1983).

Autores como Wischmeier e Smith (1958, *apud* Neboit, 1983) apresentam uma fórmula para o cálculo da energia cinética das gotas de chuva que é a seguinte: $E_c = 13,32 + 9,78 \log I$, onde E_c é a energia cinética em *joules* por metro quadrado e por milímetro de chuva, e I é a intensidade em milímetros por hora.

Hudson (1963, *apud* Neboit, 1983) apresenta uma fórmula para chuvas tropicais: $E_c = J / m^2 / mm$ de precipitação.

O choque das gotas das chuvas na superfície de um terreno desprovido de proteção (vegetação e/ou serrapilheira) pode provocar a desagregação e projeção das partículas que formam a capa superficial do terreno em várias direções a uma distância compreendida em alguns milímetros ou alcançar dezenas de centímetros (Neboit, 1983).

A energia dispensada pelo impacto das gotas de chuva pode formar crostas na superfície do terreno. Essas crostas são formadas a partir da compactação dos agregados destruídos que se fundem de tal forma que impedem a infiltração de água no solo, propiciando assim a formação de escoamento superficial (Guerra, 1994).

A quebra dos agregados e a conseqüente formação de crostas somente ocorrerá se estes agregados demonstrarem pouca resistência à ação das gotas de chuva. Agregados com certo teor de argila e por conseguinte com

significativos teores de matéria orgânica demonstram serem mais resistentes à ação das gotas de chuvas (Neboit, 1983).

No entanto, ao mesmo tempo em que as crostas proporcionam o aumento do escoamento superficial, estas podem, quando em superfície seca, formar fendas que provocam uma infiltração ainda maior do que em solos sem crostas (Guerra, 1994).

A partir do momento em que ocorre a infiltração, a água começa a movimentar-se (percolar) no solo seguindo em várias direções para o nível freático (Coelho Netto, 1994). Porém, quando a chuva provoca a saturação do solo, desde os níveis mais inferiores até a superfície e a água não consegue mais infiltrar devido a essa saturação, o excedente da chuva que continua a cair no terreno começa a se juntar em pequenas depressões na superfície do terreno, até o momento em que essa água armazenada começa a escoar, lavando a superfície como um todo. A esse tipo de processo, denomina-se de escoamento superficial saturado.

Diferente do que ocorre neste caso, existe também o escoamento superficial hortoniano, que ocorre quando a intensidade da chuva é maior que a capacidade de infiltração (Coelho Netto, 1994). Em outras palavras, a água que cai rapidamente na superfície do terreno tende a infiltrar também com uma certa velocidade (maior do que ocorre na formação do fluxo superficial saturado).

Essa velocidade não favorece a troca gradual de ar existente nos poros do terreno pela água da chuva que tenta infiltrar. Nesse processo, a água da chuva não consegue infiltrar-se devido à pressão causada pelo ar que tenta sair.

Outro ponto que deve ser aqui destacado é a velocidade de infiltração da água no terreno, uma vez, que segundo a FAO (1967) esse processo ocorre mais rapidamente se o terreno estiver seco, pois, à medida que este vai umedecendo, vai

diminuindo a velocidade de infiltração até alcançar uma velocidade de equilíbrio, em que a capacidade de absorção de água pelo solo é relativamente pequena ou quase nula. Esta velocidade de equilíbrio depende de certas características do solo, como textura e estrutura (FAO, 1967).

Segundo a FAO (1967), é mais comum ocorrer a formação de escoamento saturado que escoamento hortoniano, uma vez que, poucas vezes, a água da chuva cai mais rápido que o poder de absorção do terreno.

Em ambos os casos (fluxo superficial saturado ou fluxo superficial hortoniano), a água pode correr no terreno sem seguir caminhos preferenciais, o que denominamos de escoamento difuso. No entanto, a partir do momento em que a água começa a correr em caminhos preferenciais, denomina-se de escoamento concentrado, onde a capacidade erosiva é bem maior que no escoamento difuso.

No interior do terreno, também podemos ter a formação de escoamento de água que denominamos de escoamento subsuperficial. Este pode variar de uma área para outra, devido às características distintas em que se apresentam cada área, como: topografia, perfil do solo e umidade antecedente às chuvas (Whipkey e Kirkby 1978 *apud* Coelho Netto, 1994).

O movimento da água no interior do terreno está ligado às taxas de condutividade hidráulica que, por sua vez, depende do nível de saturação do solo (Coelho Netto, 1994). Em terrenos úmidos, a condutividade hidráulica é maior que em terrenos secos. Em terrenos saturados, o fluxo de água movimenta-se vertical ou paralelamente à superfície, seguindo a força da gravidade (Camargo, 1996).

Após um período de chuva contínua e o solo apresentando-se saturado, a água infiltrada contribuirá para o aumento do fluxo subsuperficial de chuva, podendo ocorrer, nesse sentido, dois tipos de movimentos de água no interior do solo:

o primeiro retorna à superfície devido à saturação do solo, que somado à chuva que cai na superfície, forma o escoamento superficial saturado (já descrito anteriormente); o outro tipo diz respeito à exfiltração dos fluxos d'água subsuperficiais, que segundo Dunne (1990) apresenta capacidade erosiva.

Os fluxos d'água subsuperficiais associados aos mecanismos de erosão incluem, segundo Coelho Netto (1994): *erosão de vazamento*, onde a força do fluxo exfiltrante, tem nesse caso, a capacidade de deslocar partículas no meio poroso; *lavagem em túnel* que ocorre quando uma força cisalhante atua nas margens de um macroporo sem, no entanto, ter recebido influência do fluxo d'água, proporcionando desta forma uma lavagem interna.

Os macroporos estão relacionados a fraturas de tração, a raízes de plantas e à atividade biótica que possibilita a formação e evolução de dutos ou túneis (Dietrich & Dunne, 1993).

A expansão de dutos está relacionada à capacidade de transportar grande quantidade de material, o que pode causar um colapso do terreno situado acima deste, possibilitando o surgimento de voçorocas. Os dutos também podem ser vistos freqüentemente nas paredes laterais e cabeceiras de voçorocas, provocando assim a ampliação destas (Guerra, 1994; Thomas, 1994).

Um outro tipo de feição erosiva, que aparece com muita freqüência nas paredes laterais e cabeceiras das voçorocas, provocando a expansão das incisões erosivas, é a "alcova de regressão" (Oliveira, 1995) resultante da interação entre diferentes mecanismos (escoamento subsuperficial: dutos, erosão por percolação, erosão em túneis e escoamento superficial).

Segundo estudos realizados por Oliveira (1995b), este tipo de feição desenvolve-se mais freqüentemente em materiais menos coesivos, como solos

homogêneos arenosos, solos coluviais ou ainda saprolitos. A expansão e evolução dessas feições erosivas nas voçorocas ocorre mais rapidamente após chuvas de intensidade moderada a média em que o escoamento superficial promove a erosão remontante destas alcovas, resultando no desabamento da parede em que está inserida a voçoroca (Oliveira et al., 1996).

1.2. Propriedades do Solo

Dentre as várias propriedades dos solos que influenciam nos processos erosivos, destacam-se a textura, densidade aparente, estabilidade dos agregados e teor de matéria orgânica. Devemos, entretanto, levar em consideração o estado inicial dos solos, que pode variar ao longo do tempo, após um evento chuvoso ou ainda pelo uso dispensado a este, produzindo assim modificações na erodibilidade (Guerra, 1994).

A textura influi na erosão, uma vez que certas frações granulométricas são removidas mais facilmente do que outras. Solos que apresentam grande teor de silte (Guerra, 1994) e areia média (Farmer, 1973 *apud* Guerra, 1994) são mais facilmente susceptíveis à erosão, ao contrário de solos argilosos, que se apresentam mais resistentes à erosão (Guerra, 1994).

A densidade aparente dos solos é outro fator de grande importância nos estudos de processos erosivos, pois refere-se à maior ou menor compactação dos solos. Solos bem compactados impedem a infiltração e por conseguinte possibilitam a formação de escoamento superficial.

As taxas de erodibilidade dependem ainda do teor de matéria orgânica e da estabilidade dos agregados que podem influenciar na formação de crostas

(quando esses agregados são quebrados pelos pingos das chuvas) dificultando assim a infiltração (Guerra, 1994); (ver item 1.1.1., pag. 07).

1.3. Cobertura Vegetal

Em solos com cobertura vegetal abundante, o processo de infiltração ocorre de maneira mais intensa (Coelho Netto, 1994), evitando a formação de escoamento superficial.

A cobertura vegetal, apesar de ser considerada como um *manto protetor do solo* contra os efeitos nocivos das gotas de chuva, pode ser, em alguns casos, um acelerador de processos erosivos, uma vez que alguns tipos de folhas permitem a formação de pingos grossos de água que provocam, ao cair no solo, uma desagregação ainda maior (Guerra, 1994).

Vale aqui rever a afirmação de Fournier (1975) de que um pingo de chuva atinge sua velocidade limite (velocidade crítica) ao percorrer mais de 20m. Isso nos leva a refletir sobre a cobertura vegetal arbórea na Amazônia, onde uma grande quantidade das espécies nela existente possui altura superior a 20 metros. A água primeiramente amortecida nas copas cai na forma de gotejamento, antes de chegar à superfície do terreno, podendo atingir a “velocidade crítica”.

Analisando a afirmação de Rueilan (s.d.) sobre a relação das enxurradas e a floresta pluvial tropical (Guianas, Amazônia e litoral oriental do Brasil), verifica-se que a cobertura vegetal em floresta tropical não consegue exercer com certa eficácia o papel de agente protetor da superfície do terreno, da ação das fortes chuvas.

... para aqueles que já passaram dias de chuva em plena floresta tropical, não há razão alguma para considerá-la como uma couraça ou um toldo impenetrável à ação das águas pluviais. Quando se inicia a chuva tropical, toda folhagem é rapidamente recoberta por uma quantidade de água muito maior do que poderia suportar ou reter (Ruellan, [s.d.]).

Um outro ponto relacionado à cobertura vegetal diz respeito ao escoamento da água de tronco ou fluxo de tronco, que segundo Rougerie (s.d.) pode causar o descalçamento das raízes. Estes fluxos de tronco, segundo Coelho Netto (1994) causarão maiores impactos ao solo se o tronco não apresentar obstáculos à água.

A importância fundamental da cobertura vegetal está no fato de reter uma parte da água precipitada na copa e no tronco, permitindo assim a infiltração mais rápida. Além de que, a serapilheira protege o solo contra a ação das gotas da chuva (Coelho Netto, 1994).

1.4. Características da encosta

Muitos trabalhos têm sido apresentados em relação à encosta e sua influência nas taxas de erosão. Dentre os fatores ligados à encosta e que podem propiciar a erodibilidade dos solos, destacam-se: a declividade, o comprimento e a forma da encosta.

Em encostas com acentuado grau de declividade, a água tem menos tempo de infiltrar, assim como os obstáculos e as resistências ao escoamento da água são menores, possibilitando desta forma o escoamento superficial (Schultz, 1983; Bigarella & Mazuchowski, 1985).

A FAO (1967) aponta como principais influências da inclinação de terrenos a maior velocidade de fluxos d'água concentrados e a maior quantidade de partículas do terreno arrancadas de seu lugar de origem e depois transportadas para outro lugar, distante ou não de seu lugar de origem.

Todavia, outros autores discordam dessa afirmação, pois constataram que em encostas muito íngremes, a erosão pode diminuir em virtude da diminuição de material disponível (Morgan, 1986 *apud* Guerra, 1994). Ainda outros autores chegam a propor uma declividade limite, onde as taxas de erodibilidade são maiores. Luk (1979 *apud* Guerra, 1994), chegou a conclusão após vários ensaios, que encostas com 30° de declividade apresentam as maiores taxas de erosão. Poesen (1984 *apud* Guerra, 1994) no entanto, observou um efeito positivo nas encostas mais íngremes, pois apresentam maiores taxas de infiltração e menores taxas de formação de crostas.

E quanto mais comprida a encosta, maior será o trabalho erosivo do escoamento superficial (Schultz, 1983; Cunha et al., 1991; Kramer & Meyer, 1969; Boardman, 1983 *apud* Guerra, 1994). Certamente, o comprimento da encosta influencia na erosão dos solos. Contudo, este parâmetro deve ser analisado em conjunto com outros, como declividade, formas da encosta e propriedades do solo, pois estes também contribuem para o escoamento superficial (Guerra, 1994).

Segundo Smith e Wischmeier (1960, *apud* FAO, 1967), quanto maior o comprimento da encosta, maior será a perda de solo por unidade de superfície (**tabela 01**).

A forma da encosta apresenta importante papel na erodibilidade dos solos. Morgan (1977, *apud* Guerra, 1994), destaca a "importância das cristas longas, com encostas curtas convexas, como sendo características morfológicas que propiciam a erosão dos solos". Encostas convexas que apresentam o topo plano, podem

armazenar água e esta quando liberada pode formar ravinas e até mesmo voçorocas (Guerra, 1994).

Comprimento da encosta (metros)	Perda relativa de solo por unidade de superfície (toneladas métricas)
0-23	0,91
23-46	1,65
46-69	2,13
69-92	2,52
Média para 0 – 92 m =	1,80

Segundo Smith e Wischmeier (1960, *apud* FAO, 1967)

Tabela 01 – Relação Comp. da encosta e perda de solo em toneladas métricas

Oliveira & Meis (1985) demonstraram que no Vale do Rio Paraíba do Sul, no Município de Bananal, incisões erosivas do tipo voçorocas desenvolvem-se mais em encostas côncavas, apesar de este tipo de encosta constituir apenas 29% das formas geométricas do relevo da região estudada.

1.5. Influência Antrópica

Wild (1993) cita oito causas principais de erosão acelerada: 1) destruição das florestas; 2) cultivo de pastagens; 3) culturas que deixam o solo mais exposto à ação da chuva; 4) utilização de encostas íngremes para o cultivo; 5) criação extensiva de animais; 6) pisoteio e caminho de animais; 7) abertura de estradas e 8) outros distúrbios menores que deixam o solo desprotegido contra a ação das chuvas. Por outro lado, Cunha et al. (1991) descreve as causas antrópicas da erosão como sendo: “remoção da vegetação, concentração de águas pluviais, exposição de terrenos susceptíveis à erosão e execução inadequada de aterro”.

A erosão acelerada pode, então, ser resultado das atividades do homem, quando este prepara a terra para o cultivo, ou então quando a utiliza para construir casas, prédios, fábricas e vias de tráfego.

Do ponto de vista de Cunha et al. (1991) o fator antrópico é decisivo na aceleração dos processos erosivos, que são comandados pelos fatores naturais: volume d'água que atinge o terreno, cobertura vegetal, tipo de solo, lençol freático e topografia. No entanto, o homem pode controlar ou impedir que processos erosivos ocorram (FAO, 1967), dependendo do manejo adequado da terra.

Três fatores (considerados por nós os mais importantes) resultantes da ação do homem no meio, no que diz respeito ao surgimento de processos erosivos serão tratados aqui. São eles: 1) retirada da cobertura vegetal; 2) concentração de águas pluviais e 3) manejo inadequado de áreas.

1.5.1. Retirada da cobertura vegetal

Como verificado no início deste capítulo, o impacto causado pelas gotas da chuva que caem no terreno constitui-se a primeira etapa do processo de erosão. Nesse sentido, ao se remover a vegetação do terreno, este torna-se mais desprotegido à ação direta das chuvas que pode ocasionar o início de processos erosivos. Esse fato pode ser agravado se, além da cobertura vegetal, for retirada a camada superficial do terreno (camada orgânica, ou horizonte O) que funciona também como "segundo manto protetor do terreno".

Por isso, para se evitar o início da erosão seria necessário a recomposição da vegetação através do plantio de gramíneas e/ou vegetação mais

apropriada ao local e da implantação de um sistema superficial de drenagem (Cunha et al., 1991).

1.5.2. Concentração de águas pluviais

Pode-se afirmar que os processos de urbanização que incluem toda obra de impermeabilização do solo (favorecendo que o escoamento seja incrementado com a diminuição da infiltração), ocasiona uma mudança no regime de escoamento das águas da chuva, tornando-a muito mais intensa que aquela provocada pelo desmatamento (Freundrich, 1984).

Essa concentração de águas pluviais, como afirma Cunha et al. (1991) resulta no aumento de energia da água que pode ocasionar o processo erosivo. Em encostas ocupadas, é comum observar este tipo de problema, o qual decorre de uma drenagem realizada de forma ineficiente ou mesmo de escoamentos irregulares. Para que isso fosse evitado, Cunha et al. (1991) apontam, como medidas, a implantação de sistemas de drenagens superficiais com dissipadores de energia, ou ainda, quando necessário, o estabelecimento de sistemas de esgoto.

Outro ponto de destaque neste item, diz respeito ao lançamento de águas servidas nas encostas, que em geral funciona sem a existência de sistema de esgotos adequados.

Quando a captação de águas servidas é feita de forma inadequada, pode-se observar uma infiltração contínua (mesmo em tempos de poucas chuvas) que pode provocar a saturação do terreno e conseqüentemente a ruptura de cortes e aterros. Esse problema torna-se mais agravante á medida que o período das chuvas se

aproxima, e então, se verifica uma saturação mais rápida do terreno (Cunha et al., 1991).

A implantação de rede de coleta e condução das águas servidas, de preferência separada do sistema de drenagem das águas pluviais, possivelmente traria a solução para este problema (Cunha et alli, 1991). Contudo, o direcionamento final tanto das águas servidas como das águas pluviais, deve ter como medida impedir o surgimento de erosão regressiva por meio da construção de dissipadores de energia, que segundo o lugar de implantação pode ser de concreto, de solo-cimento, de madeira, ou outro material que demonstre resistência à erosão.

O vazamento e/ou rompimento da tubulação da rede de abastecimento de água pode propiciar também a saturação do terreno. Esse fato é mais comum de ser observado segundo Cunha et al. (1991), quando “a rede é improvisada pelos moradores, através de canos e mangueiras inadequados”.

Para evitar esse problema, serviços de manutenção da rede devem ser executados com certa freqüência. Caso sejam observados freqüentes vazamentos na rede é porque ela foi implantada de maneira inadequada, devendo ser implantada nova rede, sob condições adequadas (Cunha et al., 1991).

1.5.3. Manejo inadequado de áreas

De acordo com o tipo de manejo e a influência dos fatores naturais, pode-se ter o surgimento de grandes incisões erosivas do tipo voçorocas. A utilização que é dada a determinada área pode ter duas óticas:

A primeira diz respeito à correta utilização da área, tendo como base inicial de ocupação planejamentos e ordenamentos para evitar maiores danos ao meio

, muito embora, de maneira geral, possamos verificar que qualquer ação do homem sobre o meio traz modificações e/ou "prejuízos" ao meio físico natural em micro ou macro escala.

Como exemplo de manejo adequado de áreas podemos citar a preservação da vegetação de encostas com elevado grau de declividade, despejo adequado das águas servidas e/ou das chuvas que, seguindo padrões técnicos previamente analisados em sua totalidade, como captação, transporte e dissipação da água poderiam impedir a ocorrência de processos erosivos.

A segunda representa o manejo inadequado que traz, para a meio, respostas a curto ou a longo prazo, muitas vezes desastrosas. O despejo de canais pluviais em uma encosta pode provocar o surgimento de uma voçoroca, a qual, além de "destruir" o terreno onde se originou provocando sua inutilização, poderia provocar um processo de sedimentação que poderia "afogar" uma vegetação mais rasteira, ou ainda, na existência de um pequeno córrego (igarapé), provocar o seu assoreamento.

Em linhas gerais, pode-se dizer que o manejo do terreno é um aspecto tão relevante ao estudo de processos erosivos, quanto as características de cada chuva e/ou as propriedades físicas do terreno e/ou da vegetação.

Conclusões

De maneira geral, assim como afirma Nascimento (1998), “as formas erosivas apresentam-se organizadas em pequenas redes hidrográficas determinadas pelas rotas preferenciais do escoamento superficial através da configuração do terreno”, onde as características do solo, diretamente ligadas ao clima, o percentual de cobertura vegetal da área e a declividade do terreno comandam o desenvolvimento do processo erosivo tal como se observou nas 05 voçorocas monitoradas e em algumas outras voçorocas, como veremos mais detalhadamente no decorrer do Capítulo 6 deste trabalho.

No entanto, não devemos esquecer o fator antrópico envolvido na configuração do terreno (principalmente no urbano, onde a atuação do homem é mais intensa), que inclui desde o processo de terraplanagem com retirada parcial ou total da cobertura vegetal local, até a impermeabilização do terreno com a implantação de aparelhos urbanos (vias pavimentadas e não pavimentadas, esgotos, sarjetas, canaletas, etc.), influenciando diretamente a formação do escoamento superficial concentrado. A ação do homem pode ser um agente retardador ou acelerador do processo de erosão dos solos, tudo vai depender do tipo de ação desempenhada nesse quadro.

No caso em particular da cidade de Manaus, observa-se que a influência antrópica tem, juntamente com os fatores físicos naturais, papel fundamental e até certo ponto determinante no surgimento de processos erosivos. Veremos no Capítulo 6 até que ponto as modificações do homem ao meio foram causadoras do surgimento de processos erosivos em Manaus.

Como observado neste capítulo, os fatores físicos naturais como erosividade da chuva, erodibilidade do terreno, cobertura vegetal e características das encostas não podem isoladamente propiciar o surgimento de processos erosivos. Isso somente será possível com a junção de dois ou mais fatores, como por exemplo: o tipo de solo + características das chuvas, e/ou características da encosta + chuva, etc.

Percebe-se, desta forma, que a chuva representa um elo de ligação para que seja possível a existência de erosão no solo. Vale lembrar, que existem outros tipos de erosões que necessariamente não estão ligadas à atuação das chuvas, como é o caso da erosão eólica.

Capítulo 2: Definições, classificações e formas de voçorocas

Introdução

Nas últimas décadas, a degradação do solo por meio da erosão tem causado transtornos às populações localizadas tanto em áreas rurais como urbanas (Nascimento, 1998). Parte dessa degradação é causada pelas voçorocas, como no caso de Manaus.

Para entender todo o complexo processo que envolve a formação e evolução de uma incisão erosiva do tipo voçoroca é necessário antes uma discussão acerca da definição do que vem a ser voçoroca e sua classificação, pois há inúmeras definições sobre esta temática, provocando algumas controvérsias.

Portanto, neste capítulo, trataremos primeiramente da definição de voçoroca, ao mesmo tempo em que apresentaremos uma definição de feições erosivas do tipo sulcos e ravinas. Em seguida, serão observadas as várias classificações e formas existentes de voçorocas e por fim uma classificação mais geral de voçorocas quanto à localização, ou seja, voçorocas rurais e urbanas.

2.1. Definição de voçoroca

O termo voçoroca, aqui empregado, recebe outras denominações, como: *boçoroca* que segundo Paulo Leite (1961 *apud* Vieira, 1978) trata-se de um “regionalismo paulista”; que no Triângulo Mineiro, recebe o nome de *desbarrancado*. A forma mais antiga e pouco usual é *vossoroca* (Ramos, 1945 *apud* Vieira, 1978).

Outros nomes são usados para designar voçoroca, como erosão em garganta ou em grotas (Côrrea, 1959) *gully erosion* (EUA), *lavaka* (Madagascar) entre outras (Thomas, 1994).

Pela classificação Americana de Solos, as voçorocas são definidas como sendo incisões que apresentam profundidades superiores a 0,5 m (Guerra, 1994).

Na classificação utilizada pelo Instituto de Pesquisas e Tecnologia – IPT, as voçorocas apresentam como características principais a queda em bloco e afloramento do lençol freático e/ou surgência de água, não estando neste último caso sua definição ligada a parâmetros dimensionais, como comprimento, largura e profundidade (São Paulo, 1990).

Para Bigarella & Mazuchowski (1985) a voçoroca “constitui um canal de drenagem de paredes abruptas, com fluxos efêmeros ou eventualmente pequenos”. Apresenta geralmente uma erosão intensa e uma cabeceira bastante íngreme e escarpada.

Oliveira et al. (1994) descrevem as voçorocas como canais incisos que estão ligados à dissecação do relevo, decorrentes da ação integrada entre processos geomorfológicos, tais como: escoamento de fluxos d’água superficiais, subsuperficiais e movimentos de massa nos domínios da encosta.

Segundo Goudie (1985 *apud* Guerra, 1994) as voçorocas não podem ser obliteradas por máquinas agrícolas, ao contrário das ravinas.

Será adotada neste trabalho, a definição de Vieira & Lima (1996) em que as voçorocas consistem na incisão erosiva associada à queda em bloco das camadas do solo, apresentando fundo chato com dimensões superiores a 1,5 m de profundidade, possuindo largura e comprimento superiores a 3m, (**foto 01**).

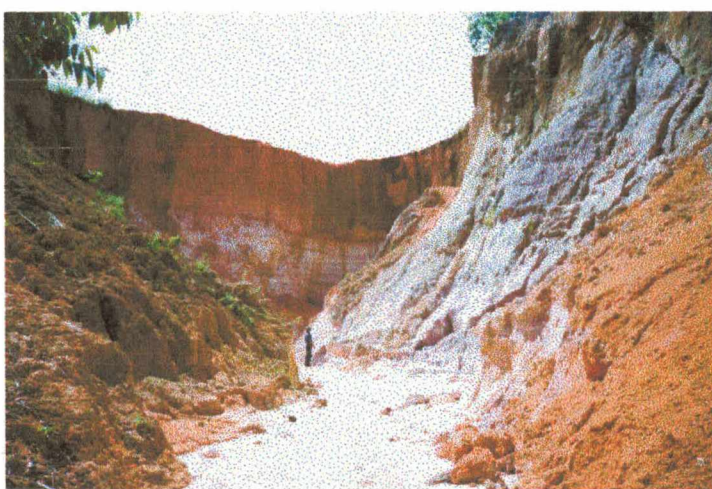


Foto 01 – Voçoroca Cobal. Em maio/1997. (Foto do autor).

A adoção da definição de Vieira e Lima deve-se ao fato de que, se seguíssemos a utilizada pela Classificação Americana dos Solos, teríamos algumas centenas de voçorocas em Manaus, ao passo que, se fosse adotada a terminologia do IPT, nenhuma das voçorocas tratadas neste trabalho seriam consideradas como tal, uma vez que o IPT apresenta como um dos parâmetros para considerar uma incisão erosiva como voçoroca a existência de lençol freático e/ou surgência de água no fundo desta.

Desta forma, foram estipulados alguns parâmetros para que fosse feita a distinção entre sulcos, ravinas e voçorocas, os quais serão descritos a seguir.

A partir do momento em que a água da chuva começa a correr na superfície do terreno por caminhos preferenciais (pequenas fissuras de até 5cm de profundidade) e estes são aprofundados pela força da água, atingindo profundidades de até 50cm, são chamados de **sulcos (foto 02)**. A erosão nesse caso ocorre de maneira progressiva, ou seja, seguindo a gravidade.



Foto 02 – Erosão por sulcos. Manaus em março/1995. (Foto do autor).

As **ravinas** são na verdade o aprofundamento dos sulcos, com profundidade que fica entre 0,50cm e 1,5m apresentando um crescimento tanto progressivo (igual à erosão por sulcos) como regressivo (igual à erosão por voçorocas). A diferença básica de uma ravina e uma voçoroca está na forma da calha por onde escoam a água da chuva. Na ravina, essa calha tem a forma em **V (foto 03)** e nas voçorocas essa calha tem a forma em **U**.

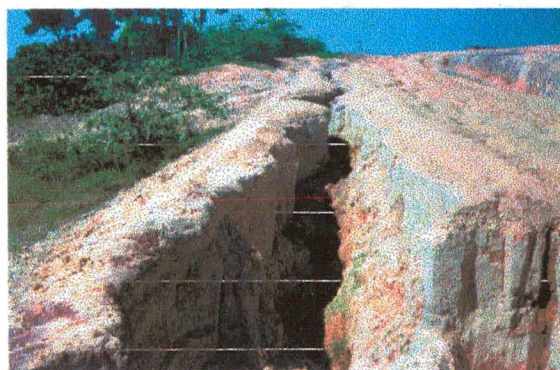


Foto 03 – Erosão por ravinas. Março/1995. (Foto do autor).

Os parâmetros dimensionais aqui apresentado sobre sulcos, ravinas e voçorocas servem somente como base para identificação de incisões erosivas em Manaus, uma vez que esses parâmetros dimensionais podem variar conforme a classificação do local de estudo.

2.2. Classificações e formas de voçorocas

Segundo Oliveira & Meis (1985); Oliveira et al. (1994) e Oliveria (1989, 1992, 1995a, 1995b e 1996) três tipos principais de voçorocas podem ser destacadas: as voçorocas conectadas à rede regional de canais, as desconectadas e aquelas que resultam da junção das duas anteriores.

As voçorocas conectadas estariam associadas ao escoamento hipodérmico e/ou subterrâneo nas partes baixas da encosta, podendo ser considerada um canal de primeira ordem; as voçorocas desconectadas, encontrando-se na parte superior da encosta, estariam ligadas ao escoamento superficial e não poderiam ainda serem consideradas um canal de primeira ordem em virtude de não estarem ligadas à rede de drenagem; e o terceiro tipo, seria na verdade a junção das duas formas anteriores (voçorocas conectadas e voçorocas desconectadas), formando uma só incisão erosiva (Oliveira & Meis, 1985 e Oliveira, 1996) (**fig.01**).

Utilizaremos o termo *integrada* para nos referir à voçoroca que ocupa desde a parte baixa da encosta até a parte superior, e que não necessariamente originou-se da junção de uma voçoroca conectada com outra desconectada, uma vez que as voçorocas ditas *integradas* neste trabalho, tiveram seu surgimento na parte inferior da encosta e com o passar do tempo foram expandindo-se regressivamente,

não tendo sido observada em Manaus a junção de voçorocas conectadas e desconectadas, formando uma só incisão. Em quase sua totalidade, as voçorocas estiveram associadas no início ao escoamento superficial concentrado.

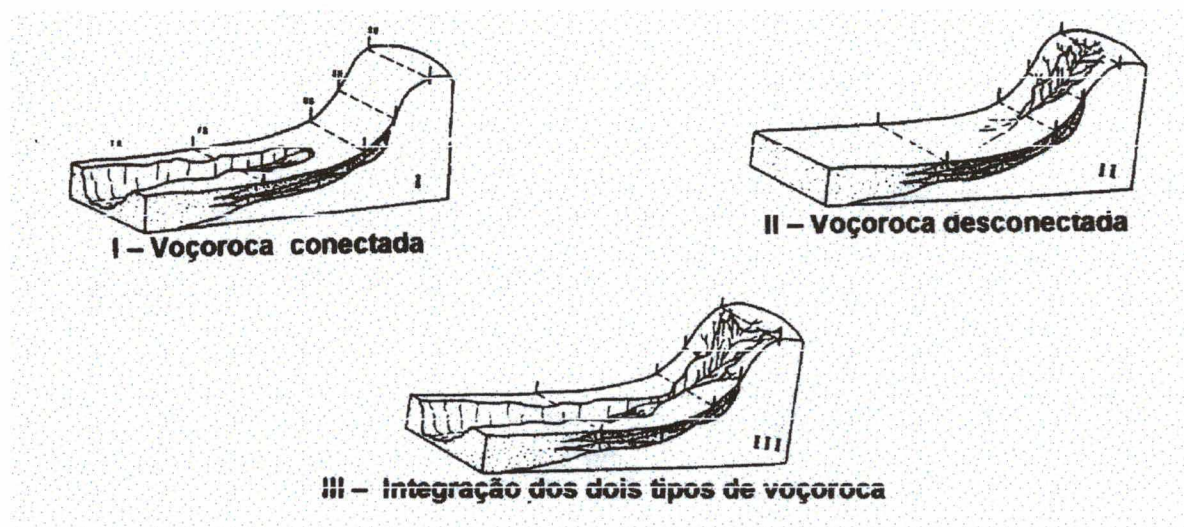


Figura 01 – Modelo conceitual para evolução de voçorocas, segundo Oliveira et al. (1996).

No que diz respeito às formas da voçoroca, Ireland (1939, *apud* Bigarella & Mazuchowski, 1985), apresenta 6 formas que poderiam ser utilizadas neste trabalho, como: 1) linear, 2) bulbiforme, 3) dentrítica, 4) em treliça, 5) paralela e 6) composta. A esse grupo incluímos, uma forma característica de voçoroca que ocorre em Manaus (AM) e que poderíamos denominar de retangular. Esta forma de voçoroca assemelha-se a um retângulo com a cabeceira variando de arredondada a triangular (**fig. 02**).

Utilizando os três tipos de voçorocas descritas por Oliveira (1996) e as formas descritas acima, fizemos, no recadastramento das voçorocas de Manaus, uma classificação quanto ao tipo e à forma da voçoroca, estando os resultados desse

recadastramento descritos de forma sucinta no item 6.1 do capítulo 6 deste trabalho.

Além da classificação da voçoroca quanto ao tipo e à forma, podemos classificá-la de maneira mais geral como voçorocas rurais e voçorocas urbanas dependendo do local de ocorrência (Fendrich, 1984).

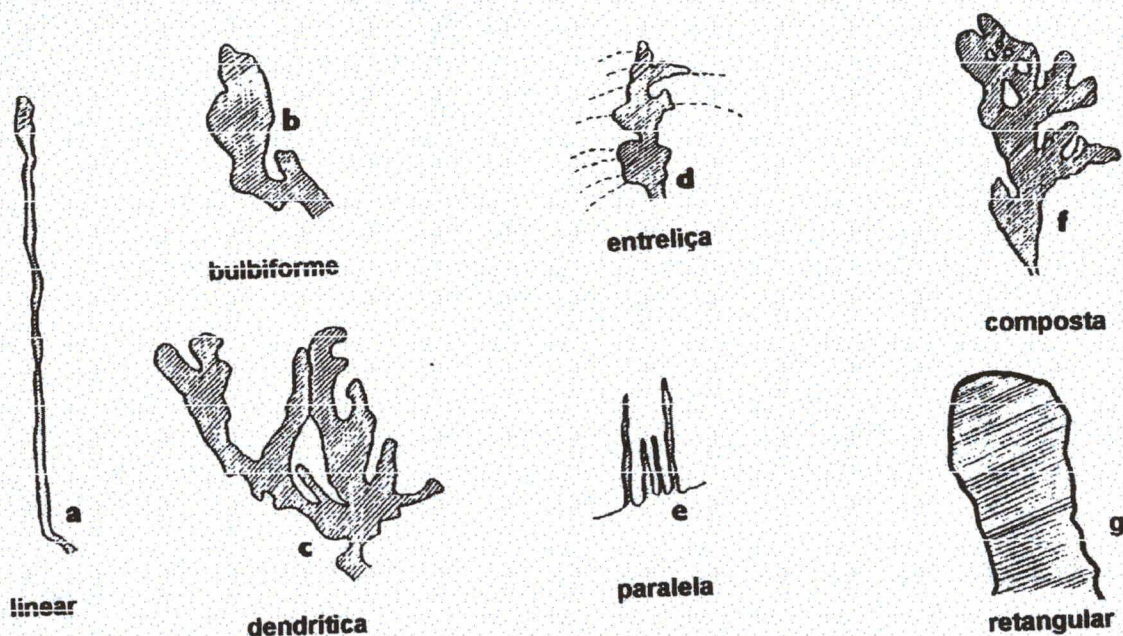


Figura 02 - Formas de voçorocas, adaptado de Irelandi, 1939 *apud* Bigarella & Mazuchowski (1985).

2.3. Voçorocas rurais e urbanas

O aparecimento de voçorocas, atualmente, está muito ligado a interferência antrópica, quer seja pela expansão horizontal do espaço rural e/ou urbano, quer seja pelo manejo dispensado a determinadas áreas.

Em área rural, Iwasa et al. (1987) trabalhando na elaboração da folha Marília, que tinham como objetivo destacar as áreas de risco ao desenvolvimento de ravinas e voçorocas, chegaram à conclusão de que no Município de Marília (SP) quatro diferentes áreas podem ser assinaladas no que se refere ao problema estudado.

A primeira área, considerada extremamente susceptível, apresentava solos podzólicos de textura arenosa a arenosa/média e relevo constituído de morros, morrotes e espigões com pequenos interflúvios, rampas curtas e encostas côncavas/convexas, com declividade entre 10 a 15%. As voçorocas aí encontradas desenvolveram-se, segundo os autores, nas rupturas de declive em fundos de vales e em depressões e reentrâncias de encostas através do escoamento subsuperficial.

A segunda área apresentava o mesmo tipo de solo da anterior, mas o relevo caracterizava-se por colinas amplas, fundos de vale abertos e planícies aluviais restritas. A evolução das voçorocas nesta área estaria ligada principalmente aos períodos de chuva prolongados e pela ação de água subterrânea com evolução de dutos. As grandes voçorocas estariam ligadas à reativação de cabeceira de drenagem. Essas áreas seriam consideradas muito susceptíveis à formação de ravinas e voçorocas.

O terceiro tipo, encontrava-se em áreas medianamente susceptíveis, apresentando solos do tipo latossolo de textura média e bastante profundos. O relevo possuía colinas amplas, interflúvios de grande extensão, vales abertos e encostas com perfis retilíneos à convexos. Este tipo de relevo, apresenta-se bastante semelhante ao relevo da cidade de Manaus. Neste tipo de ambiente, as voçorocas são originadas pelo escoamento superficial e também pelos tipos de obras, ocupação urbana e desmatamento.

E por último, a quarta área, considerada pouco susceptível, possuindo voçorocas resultantes de obras urbanas.

Carlston Filho et al. (1987) desenvolvendo medidas de contenção para uma voçoroca em meio rural, denominada voçoroca da Granja, apresentam um histórico de seu surgimento e evolução que data de 30 anos. Esta teria sido originada

com o ravinamento acentuado, onde predominavam pastagens com pequenas glebas de café e eucalipto. Dez anos depois, em decorrência da expansão urbana e posterior instalação de galpões de granjas, surgiu um novo padrão no escoamento das águas pluviais (mais intenso que o anterior).

Também em meio rural, 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.

Oliveira e Meis (1985) em estudos de mapeamento e cadastramento de voçorocas em áreas de cabeceira de drenagem no planalto sudeste do Brasil, verificaram que a existência dessas incisões erosivas nas encostas estavam ligadas ao processo de escoamento superficial, erosão por percolação, movimentos de massa e erosão em dutos.

Segundo Oliveira & Camargo (1996) algumas voçorocas podem ter sua origem também em *estruturas de abatimento*. Este tipo de “feição” é caracterizada por cavidades na superfície do terreno, as quais poderiam mais tarde integrar-se, formando incisões erosivas que tenderiam a se expandir na direção de depressões localizadas à montante destas. Essas estruturas de abatimento, descritas acima, foram localizadas em área rural, no Município da Lapa (PR).

Em área urbana, destacamos os seguintes estudos realizados por vários pesquisadores:

No Município de Quatá (SP), a voçoroca denominada Cidade, desenvolveu-se em virtude do lançamento concentrado das águas pluviais a partir da

implantação de arruamento, rodovias de circulação e acesso, ferrovia, etc (Carlstron Filho et al., 1987).

Dois exemplos de voçorocas originadas a partir da construção de aeroportos, podem ser aqui descritos: voçorocas do Aeroporto de Santarém (PA) e a voçoroca do Aeroporto Internacional de Manaus (AM) (Vertanatti & Barancoski, 1987).

No primeiro caso, as voçorocas surgiram do aprofundamento das ravinas devido ao lançamento das águas oriundas da drenagem do canteiro de obras e da área desmatada a jusante. A voçoroca do Aeroporto de Manaus originou-se devido à não conclusão de muitos pontos de lançamento da rede superficial de drenagem, as quais não chegavam até os igarapés.

Cavaguti, Silva & Cruz (1995) apontam que a maioria dos projetos de recuperação de áreas urbanas degradadas por voçorocas tem apresentado problemas posteriores, obrigando a Administração Pública a efetuar novos e consideráveis gastos, demonstrando que o projeto inicial não estava tecnicamente correto ou completo.

É o que se observa, por exemplo, em Manaus (Vieira, 1996), na obra de contenção de uma voçoroca localizada na zona Norte da cidade de Manaus, no Conjunto Francisca Mendes, a qual demonstrava, seis meses após a conclusão da obra, sinais de desgaste.

Percebe-se que os exemplos aqui apresentados apontam como causa para o surgimento de voçorocas urbanas a má utilização do terreno no processo de urbanização. Essa má utilização envolve não só o local onde são construídas as casas, prédios e arruamento, mas também o direcionamento que é dado às águas pluviais, embora não se deva ignorar a importância de se conhecer o conjunto dos mecanismos físicos naturais envolvidos no surgimento de voçorocas urbanas.

Pode-se dizer em linhas gerais, que as voçorocas urbanas diferem das voçorocas rurais por seus condicionantes, pela magnitude de seus mecanismos, pelos grandes volumes de materiais envolvidos e pelo papel representado pelo assoreamento.

Apesar das diferenças de magnitude dos processos envolvidos em ambos os casos, percebe-se que tanto no caso das voçorocas rurais como nas voçorocas urbanas, os fatores controladores naturais são os mesmos, ou seja, erosividade, erodibilidade, características da encosta e cobertura vegetal. Por outro lado, alguns autores como Oliveira et al. (1987) dão um peso maior à ação antrópica no surgimento de voçorocas urbanas, as quais dependem menos da coexistência de fatores naturais favoráveis do que da interferência na circulação das águas superficiais.

No entanto, é de grande importância o estudo dos fatores controladores naturais envolvidos na evolução e na expansão de voçoroca urbanas, como é o caso de Manaus. Uma vez que o grande problema enfrentado na eficácia das obras de contenção, tanto em áreas rurais como em áreas urbanas diz respeito à falta de informações à cerca dos mecanismos e condicionantes que estão ligados às voçorocas (São Paulo, 1990).

Conclusões

Não existe uma definição de voçoroca que apresente aplicação em toda e qualquer área, uma vez que cada lugar necessita de definições próprias às características físicas naturais do ambiente estudado.

Não se pode, por exemplo, adotar para a cidade de Manaus a definição da Sociedade Americana de Solos, dos Estados Unidos, onde as voçorocas possuem mais de 0,50m de largura e profundidade, podendo alcançar mais de 30m de comprimento (Guerra, 1994). A adoção desta definição para o caso de Manaus implicaria na existência de algumas centenas de voçorocas, ao passo que se fosse utilizada a definição do IPT, não teríamos em Manaus a presença de nenhuma voçoroca, em virtude de esta instituição utilizar como parâmetro para distinguir uma ravina de uma voçoroca a existência, nesta última, de lençol freático e/ou surgência de d'água.

Por esse motivo, e levando em consideração o ambiente estudado, é que se foram estipulados alguns parâmetros dimensionais para classificar as voçorocas existentes em Manaus e distingui-las das ravinas como foi observado no início deste capítulo (item 2.1).

Quanto à classificação e formas das voçorocas, não existe obstáculo para o uso de classificações de outras regiões. Tanto que, neste trabalho, utilizamos a classificação de voçoroca desenvolvida por Oliveira et al. (1996) em que os autores classificam as voçorocas quanto ao estágio de evolução em três: voçoroca conectada, voçoroca desconectada e voçoroca integrada (item 2.2.).

Para identificar as voçorocas em Manaus quanto a sua forma, utilizamos o modelo de Ireland (1939, *apud* Bigarella & Mazuchowski, 1985), em que o

autor apresenta 6 formas de voçorocas que são as seguintes: linear, bulbiforme, dentrítica, em treliça, paralela e composta. Neste modelo, incluímos uma nova forma que se difere das apresentadas por Ireland e que denominamos de retangular, por ser uma forma até certo ponto comum em Manaus.

De modo geral, existem as voçorocas rurais e as urbanas que diferem basicamente em virtude de seus condicionantes e pela magnitude de seus mecanismos, pelo grande volume de material envolvido, pelo papel representado pelo assoreamento e sobretudo, pela maior influência do homem nesse processo a qual é mais intensa nas zonas urbanas em virtude das maiores modificações por ele introduzidas (ver item 2.3.).

Segunda Parte

Manaus: a área de estudo



- Imagem LANDSAT - 22/05/92

Capítulo 3: Aspectos físicos da cidade de Manaus

Introdução

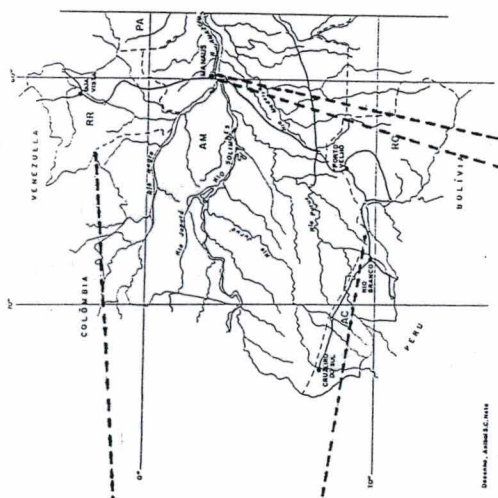
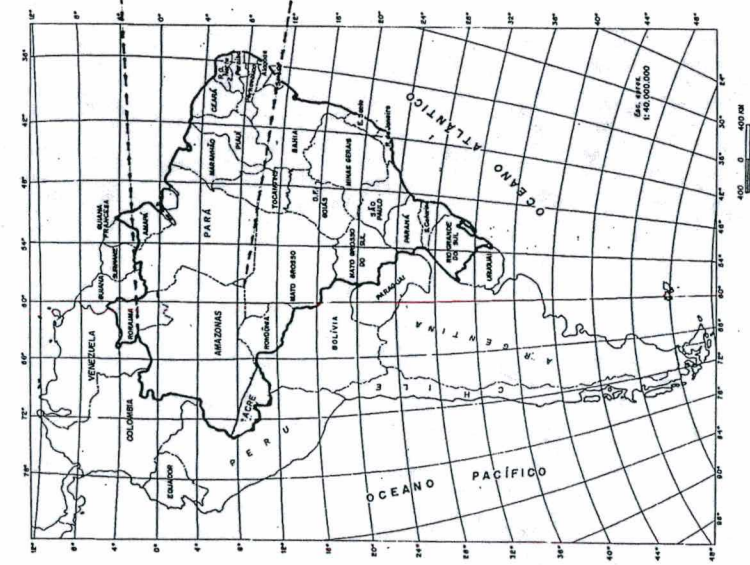
A área de estudo escolhida para o desenvolvimento deste trabalho - a cidade de Manaus - está inserida no Planalto Dissecado Rio Trombetas - Rio Negro, cujo o relevo apresenta altitude inferior a 150 metros desenvolvendo-se sobre a Formação Geológica Alter do Chão. O solo predominante no município, assim como na maior parte da Amazônia, é do tipo Latossolo Amarelo (Nascimento et al., 1976 *apud* Fernandes Filho, 1996).

Segundo a classificação de Köppen, a área de estudo apresenta o tipo climático **Amw**, caracterizado por apresentar uma estação seca de curta duração, com temperaturas médias em torno dos 28° e chuvas abundantes distribuídas por quase todo ano, o que propicia a formação de uma vegetação extremamente exuberante (Nimer, 1989).

3.1. Localização

Manaus, capital do Estado do Amazonas (Região Norte do Brasil), está situada na microrregião denominada Médio Amazonas, na confluência do Rio Negro com o Rio Solimões (**Mapa 01**).

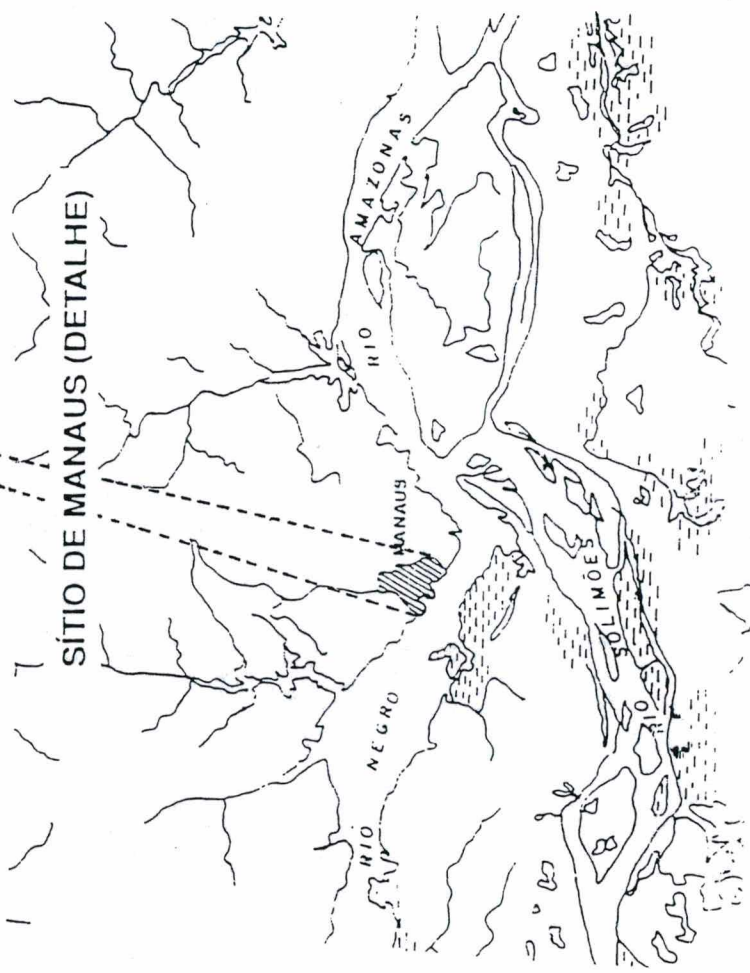
Apresenta-se distante do Oceano Atlântico cerca de 1700 Km em linha reta. O município de Manaus apresenta uma extensão de 14.337 Km² sendo que, desse total, aproximadamente 433 Km² são ocupados pelos 56 bairros que compõe a cidade (IMPLAM, 1995).



HABITANTES (milhares)

- De 1000 a 500
- De 500 a 300
- Menos de 250

----- Limite Estadual



Escala aprox.



LEGENDA

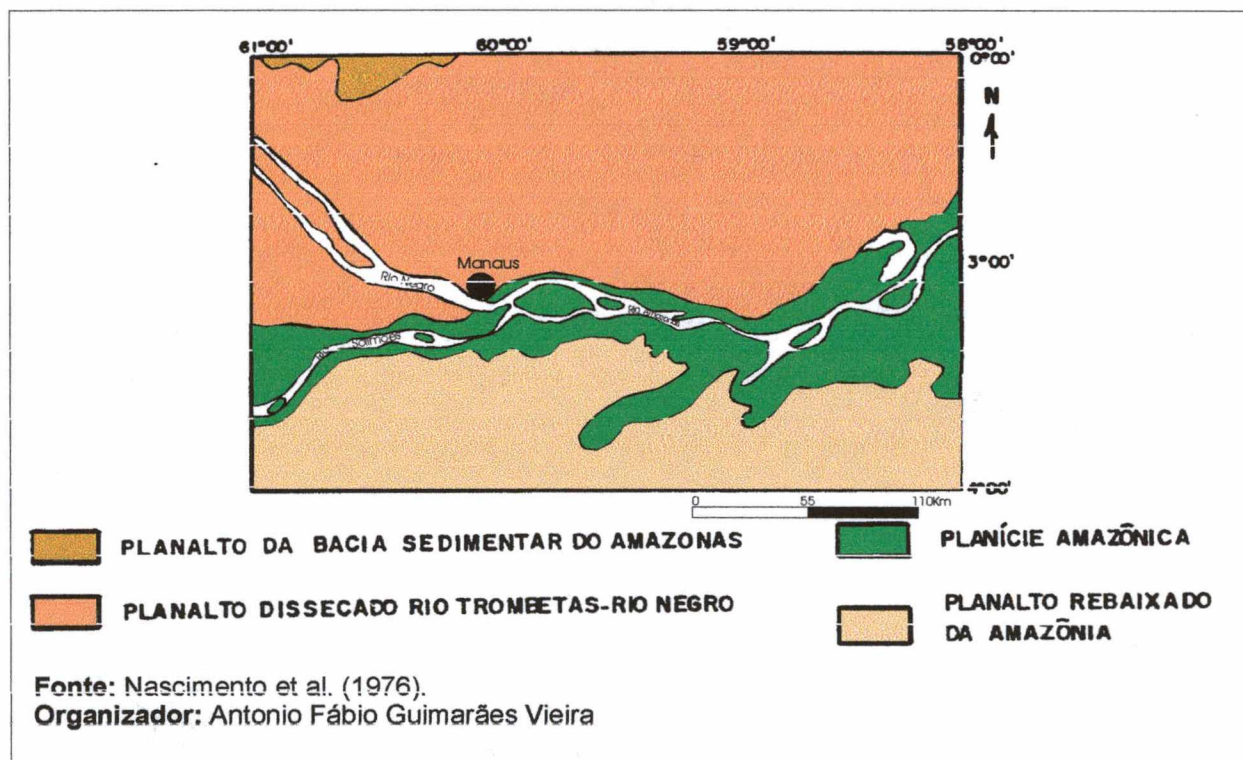
- RIOS, LAGOS
- SÍTIO URBANO
- ÁREAS AL AGUADAS

Mapa 01 - Localização de Manaus - Am.

Manaus faz fronteira com os seguintes municípios amazonenses: ao Norte, limita-se com o Município de Presidente Figueiredo; ao Sul, com os Municípios de Iranduba e Careiro; a Leste, com os Municípios de Itacoatiara e Rio Preto da Eva e a Oeste com o Município de Novo Airão. Suas coordenadas geográficas são: **Leste:** 03°01'04" LS e 59°49'27" de LW, **Oeste:** 03°03'08" de LS e 60°06'49" de LW, **Norte:** 02°58'14" LS e 60°00'55" LW, **Sul:** 03°09'32" LS e 59°58'55" LW.

3.2. Geomorfologia

O Município de Manaus está inserido no Planalto Dissecado Rio Trombetas - Rio Negro. Esse planalto apresenta intensa atuação de processos erosivos (**Mapa 02**). O relevo apresenta altimetria em torno de 150 metros e é



Mapa 02 - Unidades morfoestruturais da região de Manaus e arredores, segundo Nascimento et al. 1976.

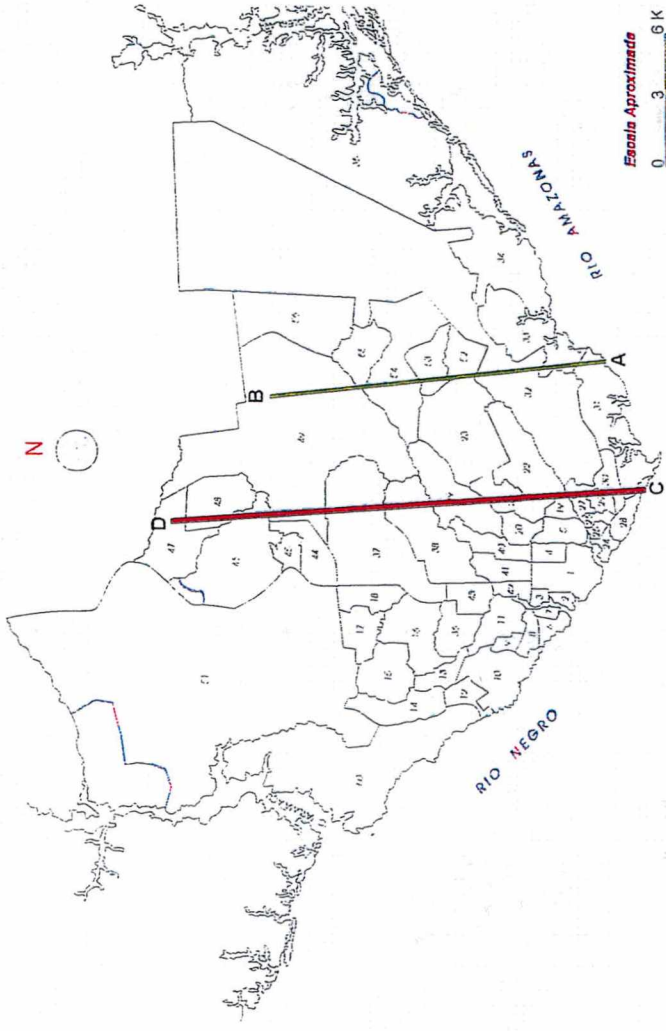
classificado como interflúvios tabulares, sendo cortado por uma rede de igarapés. Estes interflúvios tabulares apresentam topos de extensão que variam de 250 a 1750m e transitam para colinas que se estendem até o limite com o Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental (Costa et al., 1978).

Localmente, o planalto de Manaus é caracterizado por colinas que não ultrapassam a altimetria dos interflúvios tabulares regionais, ficando em torno de 120m (Costa et. al., 1978).

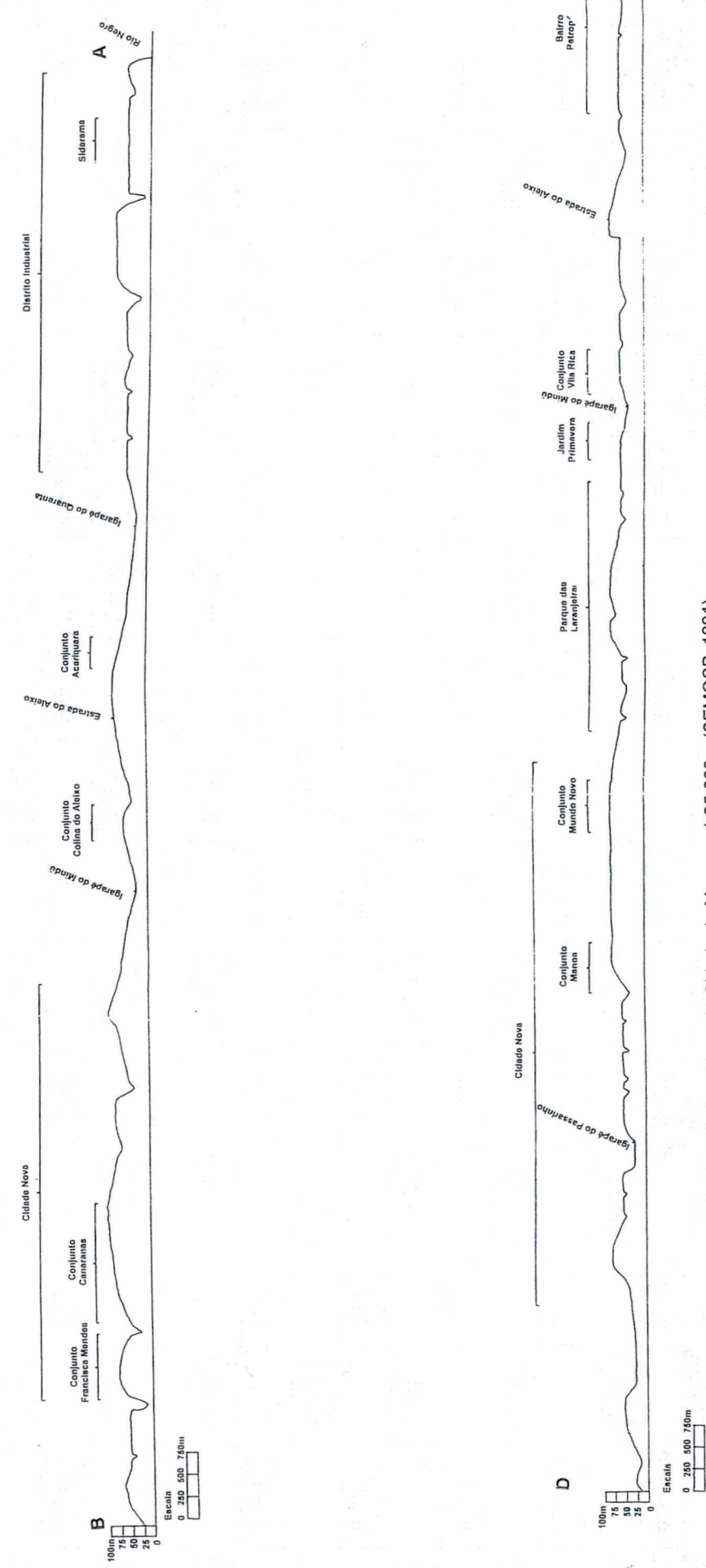
Observando os perfis topográficos da **figura 03** vê-se que a altimetria dos referidos interflúvios não ultrapassa aos 100m. O relevo da cidade de Manaus é cortado por inúmeros igarapés, sendo que o Rio Negro tem seu baixo curso situado nesta unidade morfoestrutural, destacando-se como o principal agente de drenagem (Costa et. al., 1978).

Os dois principais igarapés que cortam a cidade são: o igarapé do Mindu com aproximadamente 13,5 Km que deságua no igarapé do São Raimundo, corre no sentido NE-SW e o igarapé do Quarenta, com aproximadamente 9,5 Km que deságua no igarapé de Educandos, que corre no sentido NW-SE e NE-SW (**Mapa 03**).

Esses igarapés funcionam como receptores de esgotos ao longo de seus respectivos cursos. Ambos apresentam-se bastante contaminados, principalmente por dejetos residuais das residências e das indústrias. Os igarapés, em Manaus, estão sujeitos à oscilação anual do nível do rio Negro (Ab'Saber, 1953). “Na estiagem, as águas dos igarapés baixam tanto que se transformam em modestos ribeirões”, sendo o curso desses igarapés marcado por “rasos bancos arenosos, por



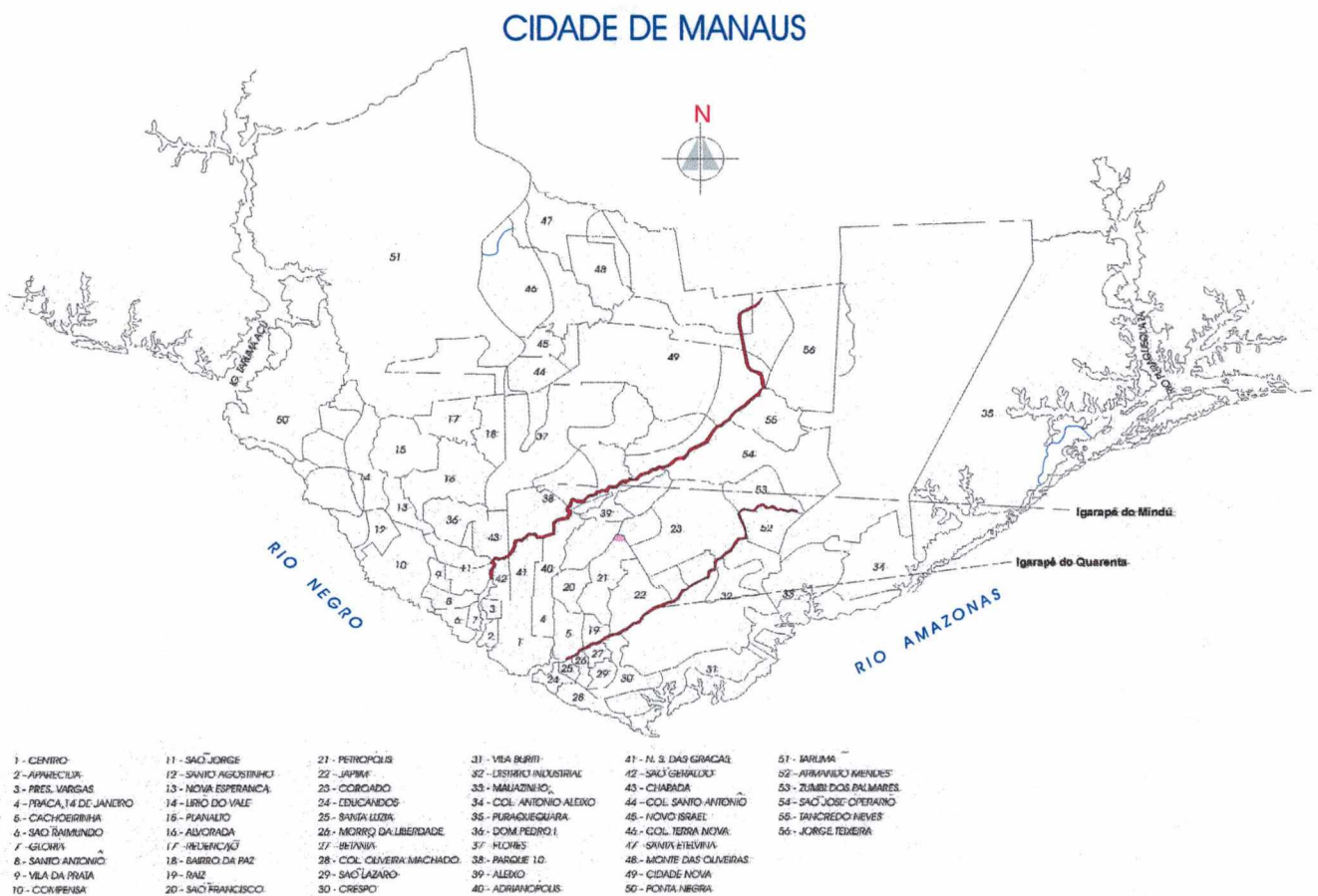
Fonte: Base Cartográfica da Área Urbana de Manaus. IMPLAN / CPRM - 1996.
Organizador: Antonio Fábio Guimarães Vieira



Fonte: Mapa da Cidade de Manaus. 1:25.000 - (SEMOSB, 1991).
Desenho: Antonio Fábio Guimarães Vieira

Figura 03 - Perfis topográficos da cidade de Manaus

onde escorrem sinuosamente um ou mais filetes d'água de alguns decímetros de largura" (Gourou, 1949 *apud* Ab'Saber 1953).



Fonte: Base Cartográfica da Área Urbana de Manaus. IMPLAN / CPRM - 1996.
Organizador: Antonio Fábio Guimarães Vieira

Escala Aproximada
0 2375 4750m

Mapa 03 – Localização do Igarapé do Mindu e Igarapé do Quarenta na Cidade de Manaus.

A superfície do relevo onde Manaus está inserida e que se apresenta sempre acima do nível das águas do rio, mesmo na época das cheias, é chamada de "terra firme", diferente daquela que no período da enchente é alagada, que recebe o nome de "várzea", e aquela periodicamente alagada durante todo ano que recebe a denominação de igapó, conforme observa-se no esquema a seguir (fig.04).

Margeando o rio Negro, praias de areia branca desenvolveram-se a partir do material oriundo dos conjuntos de terraços encontrados em alturas que variam de 20 a 50 metros, “com reverso suave e aplainado para o interior e com uma ruptura de declive brusca e direta em relação à estreita faixa de praias arenosas de estiagem do rio Negro” (Ab’Saber, 1953).

Localmente, esses terraços recebem a denominação de *barrancos*, como os barrancos do bairro de São Raimundo com cerca de 50m de altura e o barranco do bairro de Educandos com aproximadamente 30m de altura. A declividade destes barrancos diminui suavemente em direção ao interior do sítio urbano (fig. 05).

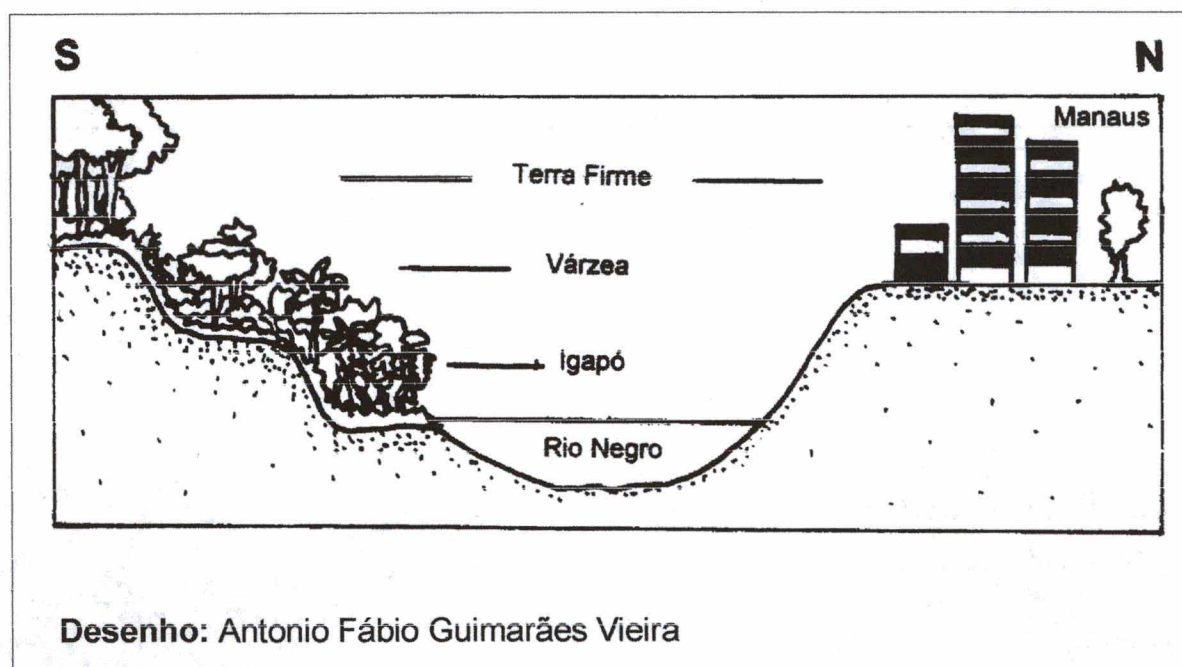
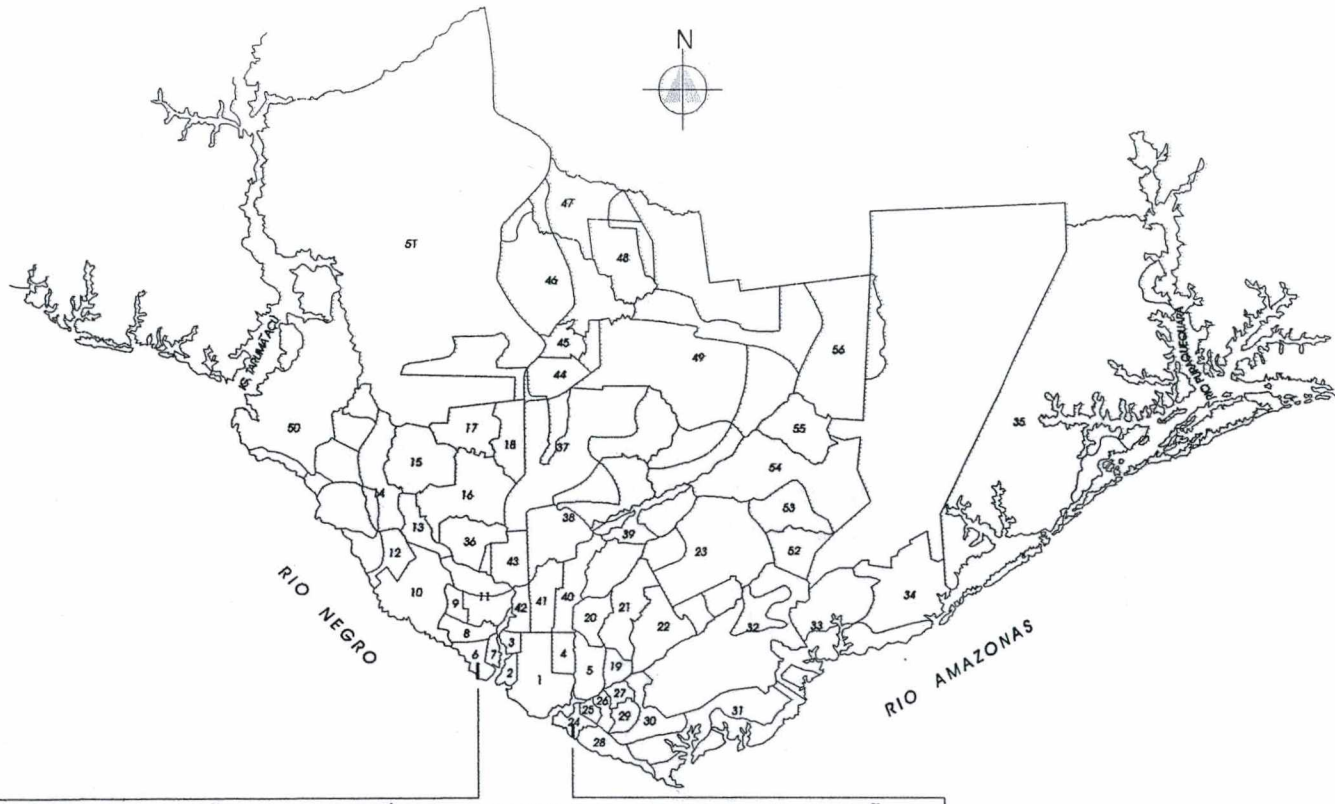


Figura 04 . Representação esquemática de Terra Firme, Várzea e Igapó.

CIDADE DE MANAUS



- | | | | | | |
|-------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1 - CENTRO | 11 - SÃO JORGE | 21 - PETROPÓLIS | 31 - VILA BURTI | 41 - N. S. DAS GRACIAS | 51 - TARUMA |
| 2 - APARECIDA | 12 - SANTO AGOSTINHO | 22 - JAPIM | 32 - DISTRITO INDUSTRIAL | 42 - SÃO GERALDO | 52 - ARMANDO MENDES |
| 3 - PRES. VARGAS | 13 - NOVA ESPERANÇA | 23 - COROADO | 33 - MALAZINHO | 43 - CHAPADA | 53 - ZUMBI DOS PALMARES |
| 4 - PRACA 14 DE JANEIRO | 14 - LIRIO DO VALE | 24 - EDUCANDOS | 34 - COL. ANTONIO ALEXIO | 44 - COL. SANTO ANTONIO | 54 - SÃO JOSE OPERARIO |
| 5 - CACHOEIRINHA | 15 - PLANALTO | 25 - SANTA LUZA | 35 - PURAQUEQUARA | 45 - NOVO ISRAEL | 55 - TANCREDO NEVES |
| 6 - SÃO RAMUNDO | 16 - ALVORADA | 26 - MORRO DA LIBERDADE | 36 - DOM PEDRO I | 46 - COL. TERRA NOVA | 56 - JORGE TEIXEIRA |
| 7 - GLORIA | 17 - REDENAÇÃO | 27 - BETANIA | 37 - FLORES | 47 - SANTA ETELVINA | |
| 8 - SANTO ANTONIO | 18 - BAIRRO DA PAZ | 28 - COL. OLIVEIRA MACHADO | 38 - PARQUE 10 | 48 - MONTE DAS OLIVEIRAS | |
| 9 - VILA DA PRAIA | 19 - RAIZ | 29 - SÃO LAZARO | 39 - ALEXIO | 49 - CIDADE NOVA | |
| 10 - COMPENSA | 20 - SÃO FRANCISCO | 30 - CRESPO | 40 - ADRIANOPOLIS | 50 - PONTA NEGRA | |

Escala Aproximada
 0 2375 4750 Km

Fonte: Base Cartográfica da Área Urbana de Manaus. IMPLAN / CPRM - 1996.
 Organizador: Antonio Fábio Guimarães Vieira

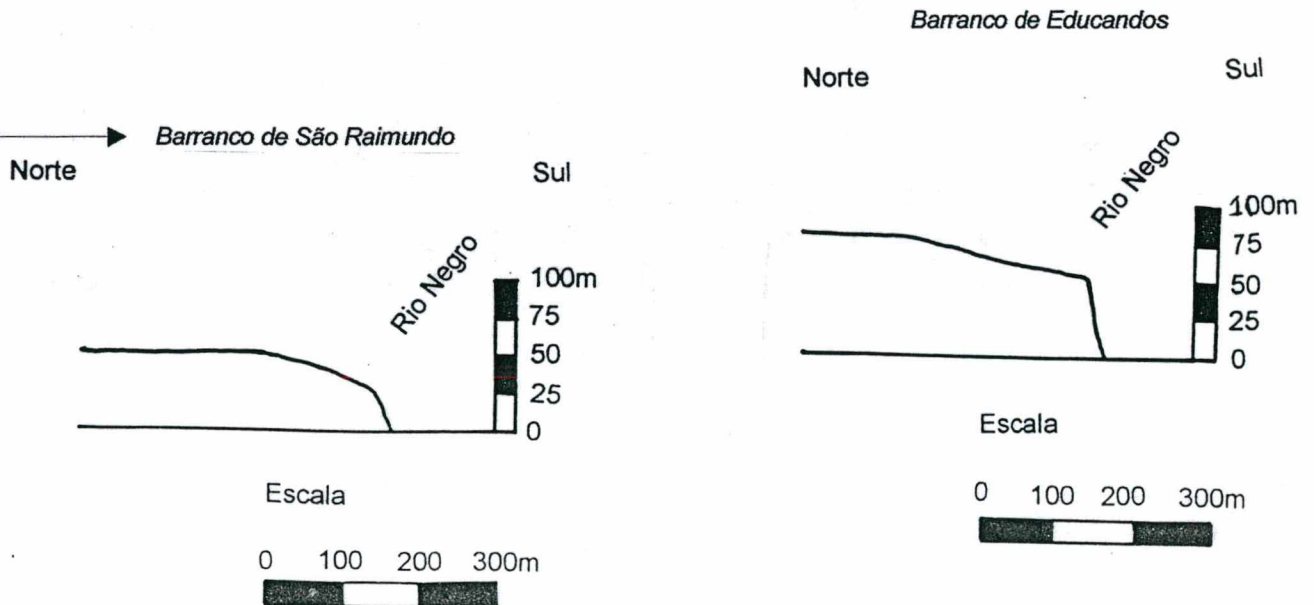


Figura 05 – Perfis topográficos dos barrancos dos bairros de São Raimundo e Educandos. Manaus-AM.

As formas do relevo presentes na paisagem de Manaus são de origem fluvial, esculpidas nas litologias da formação geológica Alter do Chão, predominante no Município.

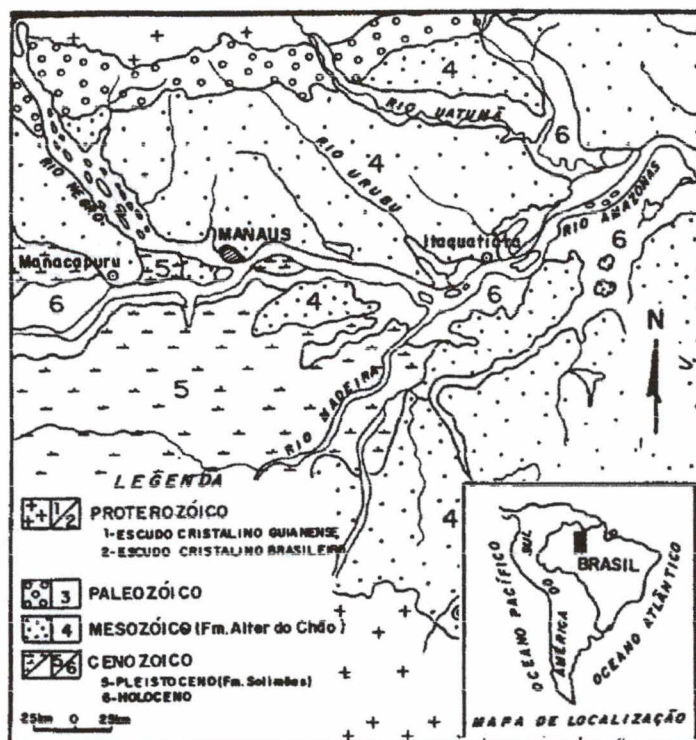
3.3. – Geologia

A formação Alter do Chão está inserida na Bacia do Amazonas, a qual se encontra encaixada entre os escudos Pré-Cambriano das Guianas, ao norte, e o Brasileiro, ao sul. O arco do Purus separa a Bacia do Amazonas da Bacia do Solimões a oeste, e é limitado a leste pelo arco do Gurupá que a separa da Bacia do Marajó (Neves, 1990 *apud* Leal, 1996).

Com uma área de aproximadamente 500.000 Km², a Bacia do Amazonas é preenchida primeiramente por rochas paleozóicas e depois por sedimentos neocretáceos/terciários. Este último pacote sedimentar é constituído por clásticos da citada Formação Alter do Chão e também da Formação Solimões (Costa et. al., 1978).

A Formação Alter do Chão foi citada pela primeira vez por Kistler em 1954 (Leal, 1996) referindo-se aos “sedimentos vermelhos consolidados, compostos de argilítos, folhelhos, siltitos, arenitos e conglomerados atravessados pelo poço 1-AC-1-PA até a profundidade de 545 metros na cidade de Alter do Chão – PA” da PETROBRÁS (**Mapa 04**).

Os arenitos dessa Formação possuem “granulação fina a grossa, coloração branca, rósea, vermelha e cinza-claro, grãos subarredondados e arredondados, às vezes conglomeráticos e com concreções lateríticas” (Costa et. al., 1978).



Mapa 04 – Geologia da Região do Médio Amazonas, segundo Franzinelli & Piuci *apud* Fernandes Filho (1996).

Daemon (1975, *apud* Leal, 1996) determinou a idade desta Formação através de análises de palinomorfos do poço 1-AC-1-PA. Segundo este autor, a sedimentação desta formação teria se iniciado no Albiano Médio a Superior, estendendo-se pelo Cenominiano ao Turoniano.

A oeste da cidade de Manaus, encontra-se a Formação Solimões cobrindo a Formação Alter do Chão (Fernandes Filho, 1996). A Formação Solimões foi pela primeira vez descrita por Rego, em 1930 (Fernandes Filho, 1996), quando estudava os sedimentos do Alto Amazonas e observou uma seqüência de clásticos

argilosos e arenosos de coloração parda a castanho-azulado a qual denominou de “Série Solimões”. A idade desta formação, segundo (Hoorn, 1993 *apud* Fernandes Filho, 1996) versa ao Mioceno.

Costa et al. (1978) cita também o Arenito Manaus, descrevendo-o como “arenitos horizontalmente acamados, duros, maciços, coloração esbranquiçada a avermelhada, quartzosos e com granulação fina a grossa” que afloram na cidade de Manaus e em pontos à margem do Rio Negro e em igarapés.

O termo *Arenito Manaus* foi utilizado pela primeira vez por Albuquerque, em 1922 (*apud* Costa et. al., 1978), para descrever o arenito Caulínítico que apresentava impregnação de ferro e cimento Caolínico. Este arenito é usado como brita e blocos de pavimentação na construção civil (Fernandes Filho, 1996).

3.4. Solo

Em Manaus, duas classes de solo podem ser mais facilmente evidenciadas (Lucas et. al., 1984; Lucas, 1989 *apud* Leal, 1996): os latossolos, com variações de cor amarela a vermelho-amarela, de constituição bastante argilosa; e a segunda classe representada pelos podzóis, com horizontes de areia branca que algumas vezes podem atingir alguns metros de espessura. O primeiro tipo é o de maior representatividade em Manaus.

Esta classe, segundo Vieira & Santos (1987), é uma das classes de maior ocorrência na Amazônia. São solos bem envelhecidos, profundos, de cor amarelada, tipicamente caulíníticos, freqüentemente agregados com uma grande coerência; sendo quase sempre álicos (Curi, 1993).

A origem dos latossolos na região de Manaus está ligada a duas correntes de idéias. A primeira, proposta por Sombroek (1966 *apud* Leal, 1996), diz que estes solos são de origem alóctone, representada “por sedimentos lacustres de idade pliocênica a pleistocênica, tendo como fonte a região dos Andes, depositados numa fase de pós-laterização.

Apesar de alguns autores concordarem com a origem alóctone para tais solos, outros propõem idades diferentes, como é o caso de : Truckenbrodt & Kotschoubey (1981, *apud* Leal, 1996) que sugerem uma idade “mio-pliocênica para essa cobertura e uma origem a partir do retrabalhamento dos perfis lateríticos, tendo sido depositadas sob regime de **mud-flow** ou **sheet flood**”.

A outra corrente sugere uma origem autóctone para os solos sobre os perfis lateríticos da Amazônia, como Chauvel et al. (1983, *apud* Leal, 1996) e Lucas (1989, *apud* Leal, 1996) que consideram que este tipo de solo é resultante da “formação dos perfis lateríticos a partir dos sedimentos areno-argilosos da Formação Alter do Chão”.

Horbe & Costa (1994, *apud* Leal, 1996) interpretam esses solos como “um produto da alteração intempérica das crostas ferruginosas, provocada pela instabilidade desses materiais à ação do clima equatorial reinante na região desde o início do Holoceno”.

A partir de critérios morfológicos, Lucas (1989, *apud* Leal, 1996) divide os perfis estudados na Zona Norte de Manaus em três assembléias: a) a assembléia inferior que corresponde aos sedimentos da Formação Alter do Chão, onde o principal processo pedogenético atuante é a neoformação de caolinitas; b) a assembléia mediana que é caracterizada pelo fundo móvel evidenciando um processo de pedoplasmação, e também a presença de nódulos ferruginosos e gibsíticos; c) a

assembléia superior, a qual é representada pelos latossolos argilosos que foram formados pela dissolução dos nódulos ferruginosos e gibsíticos da assembléia mediana.

3.5. Clima

No que diz respeito a precipitação total anual na região Norte do Brasil, esta fica entre 2250 e 2750mm (Nimer, 1989). A precipitação média anual em Manaus fica em torno dos 2.300 mm, com média de 190 dias de chuva, sendo que, em geral, o mês de março é o mais chuvoso e o mês de agosto o menos (Heyer, 1997).

Com a instalação e monitoramento de dois pluviômetros em duas áreas específicas da cidade de Manaus, na Zona Sul (Distrito Industrial – Cobal) e Zona Norte (Conj. Mundo Novo), percebemos que, desde o período em que se começou a leitura desses pluviômetros (06 de janeiro de 1997), o total verificado até 06 de janeiro de 1998 foi de 1.953,1 mm na Zona Sul e de 1.844,4 mm na Zona Norte (**tabela 02**).

Dados Pluviométricos - Estação Cobal													
	1997												1998
Pluviosidade	Jan.	fev.	mar.	abr.	mai.	jun.	jul.	Ago.	set.	out.	nov.	dez.	Jan.
Diária Máxima	20,3	44,5	38,8	48,3	119,6	0,6	0	28	1,3	14	57,3	50,9	44,6
Total	147,2	305,2	335,6	396,2	199,3	1,8	0	57,8	1,3	26,1	187,8	186,5	103,1
Média	8,6	15,2	13,9	23,3	19,3	0,6	0	14,4	1,3	6,5	17	16,9	20,6
Total do período: 1.953,1 mm													

Dados Pluviométricos – Mundo Novo													
	1997												1998
Pluviosidade	Jan.	fez.	mar.	abr.	mai.	jun.	jul.	Ago.	set.	out.	nov.	dez.	Jan.
Diária Máxima	35,6	73,8	48,3	40,7	38,1	3,1	0	42,0	3,2	26,7	36,9	98	35,7
Total	129,9	308,1	324	201,2	205	7,6	0	84,7	3,2	87,2	140,1	215,8	137,6
Média	8	12,7	14	10	12,7	1,2	0	14	3,2	10,9	11,6	19,6	27,5
Total do período: 1.844,4 mm													

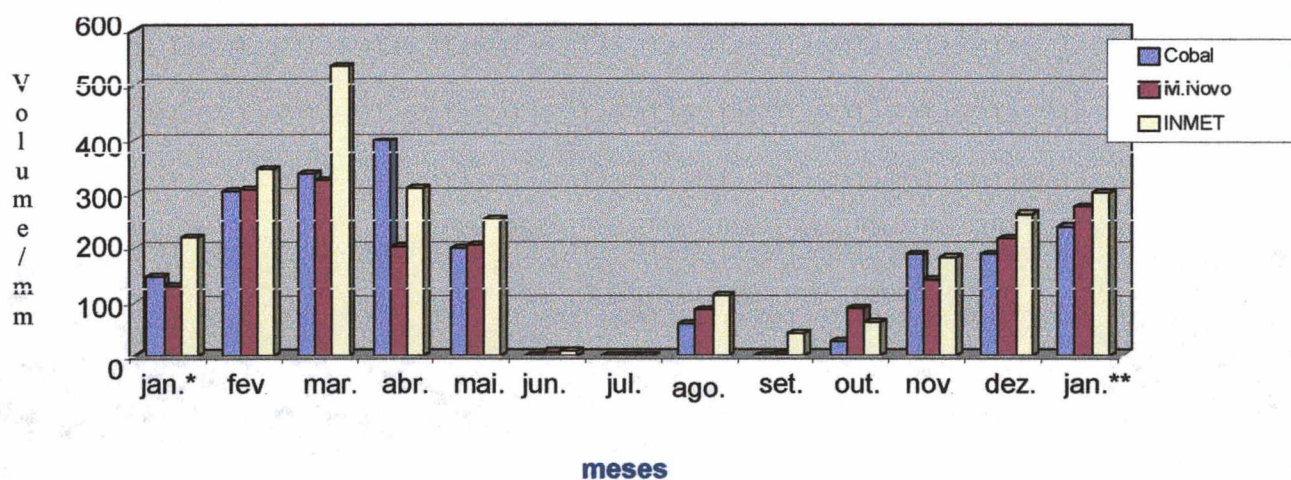
Tabela 02 – Pluviosidade registrada no período de 06 de janeiro de 1997 a 06 de janeiro de 1998, na Estação Cobal e Estação Mundo Novo / Manaus-AM.

Os meses de maior incidência de chuvas na cidade, no ano de 1997, ocorreram no período de fevereiro a abril (**gráfico 01**), havendo portanto uma certa semelhança de dados coletados nos pluviômetros instalados especificamente para esta pesquisa com os dados obtidos na estação de observação do Instituto de Meteorologia de Manaus instalado na Estrada do Aleixo.

Não se observa, no **gráfico 1**, grande diferença entre os totais mensais obtidos nas três estações durante o período monitorado (exceto no mês de março na Estação do INMET, que atingiu um total superior a 500 mm) demonstrando que as chuvas em Manaus têm uma distribuição espaço/temporal quase que homogênea.

No que diz respeito aos totais anuais obtidos nesses três pontos da cidade (06/01/97 a 31/01/97), observa-se que a Estação do INMET apresenta o total mais elevado com 2.329,2 mm, sendo que a Estação Cobal e a Estação Mundo Novo apresentam respectivamente 2.088,7 mm e 1.982,5 mm.

Dados Pluviométricos



Fonte: Estação Cobal, Mundo Novo e INEMET.

Organizador: Antonio Fábio Guimarães Vieira

Gráfico 01 – Dados Pluviométricos – Manaus / 1997.

* Início da leitura dos pluviômetros da Estação Cobal e Mundo Novo em 06/01/1997.

** Término da leitura dos pluviômetros das três estações em 31/01/1998.

Talvez esta última estação tenha demonstrado um total pluviométrico inferior às demais, em virtude da área onde se encontra ser hoje uma área quase que totalmente desprovida de cobertura vegetal (ocorrendo portanto uma diminuição do efeito da evapotranspiração). Essa área foi devastada para construção do Bairro da Cidade Nova, na qual o Conjunto Mundo Novo está inserido. (**Mapa 05**).

Quando Heyer (1997) se refere à destruição da floresta na Amazônia, diz que, a médio e longo prazo, isso acabará por afetar os fenômenos meteorológicos, acentuando desta forma as oscilações térmicas que hoje são insignificantes.

Nas cidades, observa-se, segundo Heyer (1997) que o “ar é em geral mais quente que o ar dos arredores”. Existe, portanto, uma diferenciação de temperatura nos arredores e nas áreas mais densamente ocupadas da cidade, onde se formam as *ilhas de calor*. (**fig. 06**).

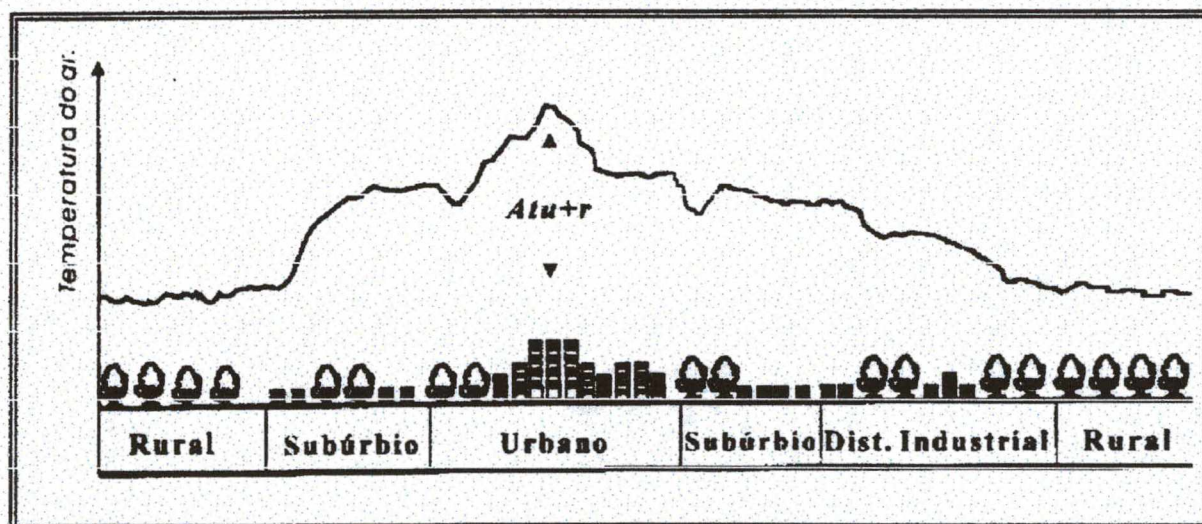
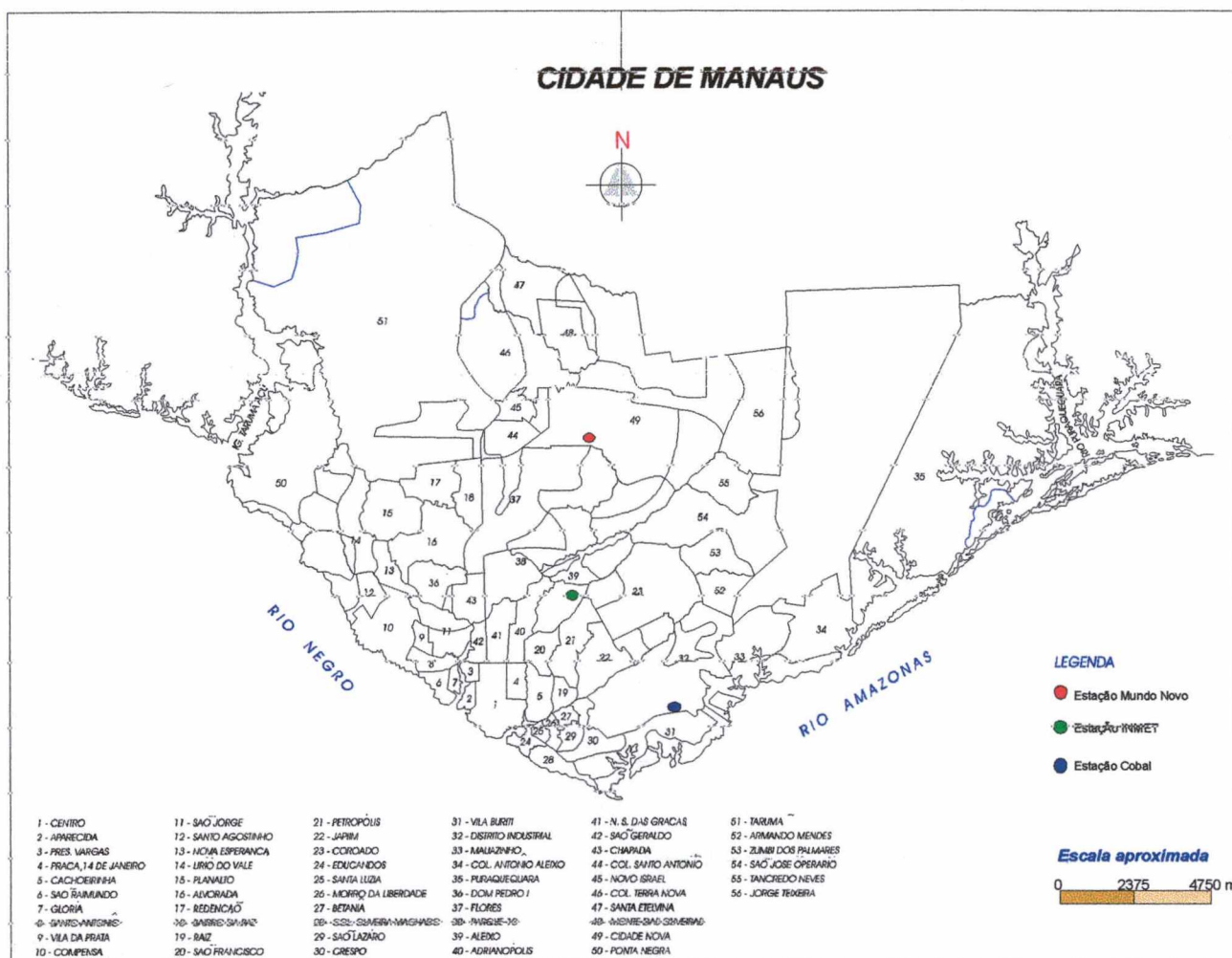


Figura 06 – Modelo de representação esquemática de Ilha de calor, adaptado de OKE (1987) para Manaus por Heyer (1997).



Fonte: Base Cartográfica da Área Urbana de Manaus. IMPLAN / CPRM - 1996.

Organizador: Antonio Fábio Guimarães Vieira

Mapa 05 – Localização das estações pluviométricas (Cobal e Mundo Novo) e Estação Meteorológica (INMET/Manaus-AM).

Um outro ponto que merece destaque e que influenciará as variações climáticas na Amazônia e em Manaus, no tempo e no espaço, é a circulação atmosférica. Destacam-se, portanto, quatro sistemas de circulação atmosférica, segundo Nimer (1989):

- a) Sistema de ventos de NE a E dos anticiclones subtropicais do Atlântico Sul e dos Açores: favorece o tempo estável;

- b) Sistemas de ventos de W da mEc (massa de ar equatorial) ou linha de IT (linhas de instabilidade tropicais): essa massa de ar (mEc) provoca chuvas abundantes devido a sua grande concentração de umidade e ausência de subsidência superior, favorecendo desta forma o tempo instável;
- c) Sistemas de ventos de N da CIT (convergência intertropical): propicia o tempo instável;
- d) Sistemas de ventos de S do anticiclone ou frente polar: tempo instável.

Esses três últimos sistemas atmosféricos, segundo Nimer (1989) constituem correntes perturbadas, as quais são responsáveis por instabilidade e chuvas (fig.07).

Com base nesses dados, pode-se afirmar que o clima predominante na região é do tipo quente e úmido, o que corresponde, segundo a classificação de Köppen, ao clima **A** (Clima Tropical Chuvoso). No caso particular da área de estudo, o tipo climático é **Amw**, o qual se caracteriza por apresentar uma estação seca de curta duração.

As temperaturas médias anuais, no início do século em Manaus, não ultrapassavam aos 27,3° ficando a máxima em torno dos 31,7° e a mínima perto dos 22,2° (Fidanza, s.d.). Hoje, observa-se uma pequena variação nas médias anuais que fica entre 25,6° e 27,6° demonstrando ser bastante elevada (Costa et. al., 1978). A temperatura máxima absoluta fica em torno de 38° e a mínima perto dos 16°. A umidade relativa do ar fica em torno de 80% (Nimer, 1989).

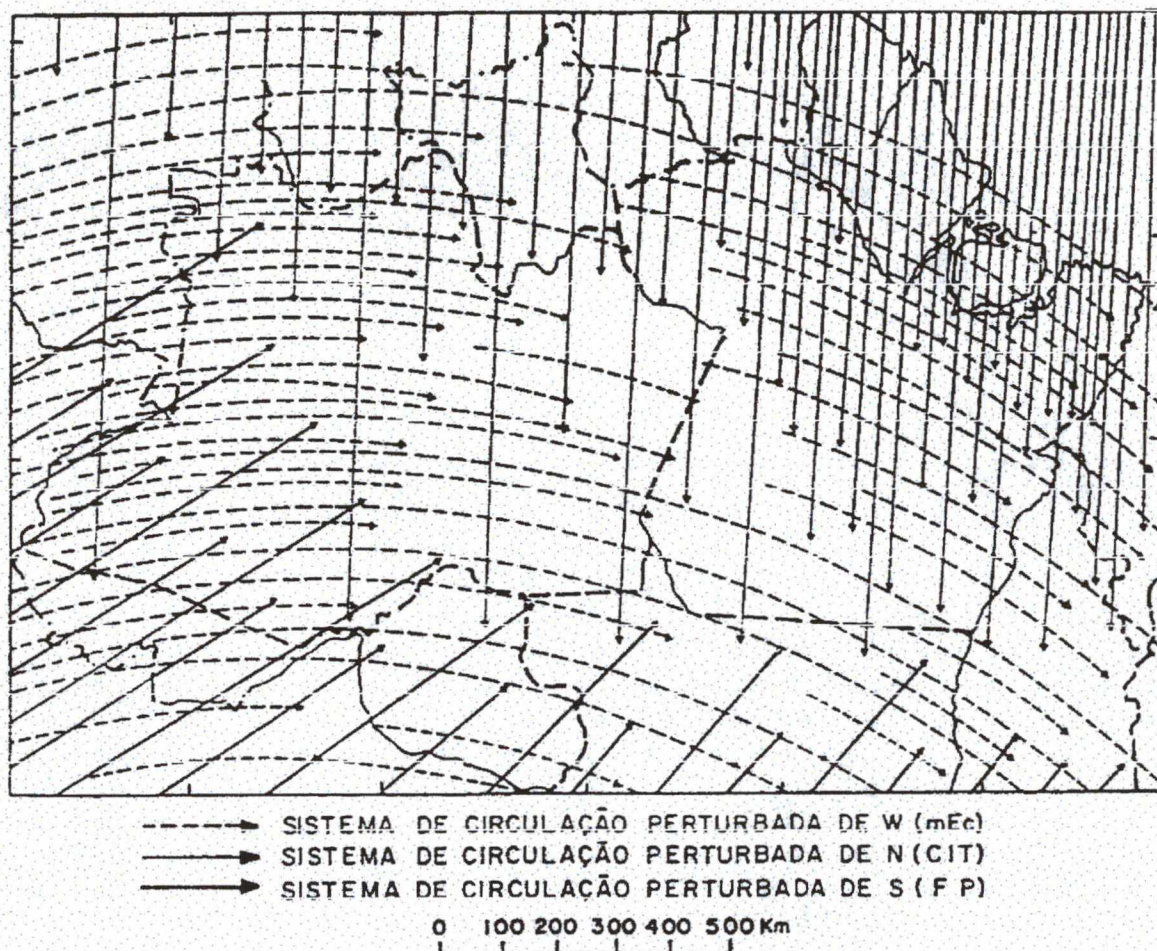


Figura 07 - Sistema de circulação atmosférica perturbada da Região Norte (Nimer, 1989).

Em trabalho realizado em 1990 por Heyer (1997), constatou-se que a temperatura média das máximas fica em torno de 31,5°C e a média das mínimas com 23°C. A umidade relativa apresenta média de 83%, sendo que no período em que geralmente chove mais (janeiro a maio) fica em torno de 87% e nos meses da estiagem (julho a setembro) com 76%.

A pressão atmosférica é, em média, superior a 1.000mb e os ventos predominantes na cidade são oriundos do quadrante **Este**. A insolação é elevada e a nebulosidade é provocada em maior parte pela evaporação no ambiente local.

Mesmo percebendo que a temperatura, no início do século, era um pouco mais amena que nos dias atuais, havia pessoas que quando chegavam a esta cidade não suportavam o clima local, como se observa no trecho da carta de Euclides da Cunha ao seu amigo Afonso Arinos (Venâncio Filho, 1938 *apud* Tocantins, 1966) que diz: “Este delicioso clima [...] resume-se num permanente banho de vapor. Deve ser admirável para o organismo das palmeiras”.

3.6. Vegetação

De fato, as condições climáticas são em grande parte responsáveis pelo desenvolvimento de uma vegetação extremamente dependente de altas temperaturas e precipitações abundantes ao longo de todo ano (Sioli, 1991). Segundo Sioli (1991) essa vegetação “utiliza o solo somente como fixação mecânica e não como fonte de nutrientes”, vivendo a custas de uma circulação fechada de nutrientes, ou seja, devido ao seu sistema radicular superficial e denso, que “reabsorve e reconduz à substância viva da floresta todos os nutrientes liberados pela decomposição da serapilheira com os excrementos dos animais silvestres etc.”.

Outro ponto de extrema importância para a sobrevivência da vegetação diz respeito ao gotejamento da água da chuva e fluxos de tronco que carregam os excrementos de animais como: pássaros, macacos, preguiças, etc. assim como insetos que vivem nas copas das árvores, propiciando um aumento dos nutrientes absorvidos por esse denso e superficial sistema radicular (Sioli, 1991).

A vegetação predominante em Manaus, assim como na maior parte da Amazônia, recebe várias denominações, como: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Densa Tropical Úmida, Floresta Equatorial ou Floresta Pluvial Tropical Latifoliada.

Esta floresta apresenta vários estratos: o primeiro é de árvores emergentes (Macrofanerófitas) que sobressaem por cima do dossel superior da floresta; o segundo é caracterizado por árvores quase todas da mesma altura (Mesofanerófitas); o terceiro é formado por árvores menores, a *submata* (Nanofanerófitas); e por último, o estrato formado por arvoretas, arbustos, subarbustos e ervas mais altas formando o nível arbustivo-herbáceo (Bohrer & Gonçalves, 1989).

Nas áreas preservadas da cidade de Manaus se observa uma composição florística muito variada em espécies arbóreas, cujos indivíduos apresentam copas luxuriantes e troncos altos e retilíneos, destacando-se segundo Nava (1996) as seguintes espécies conhecidas vulgarmente como: cumaru, cupiúba, jarana, amapá, morototó, paricá, piquiá, sapucaia, pracuuba, matamatá, araracanga, acariquara, anani, e outras.

No caso dos estratos arbustivos e herbáceos, sua composição ocorre por regeneração natural das espécies arbóreas constituídas de palmeiras de grande porte e plantas não vasculares (Magnago et al., 1978).

Conclusões

O relevo do Município de Manaus apresenta baixa altimetria, a qual não ultrapassando os 150m. Na área do sítio urbano, a altimetria do relevo não é maior que 120m com interflúvios tabulares de extensão que varia de 250 a 1750.

Este relevo desenvolve-se sobre as litologias da formação geológica denominada Alter do Chão predominante no Município. Caracterizada por sedimentos vermelhos consolidados, compostos de argilítos, folhelhos, siltitos, arenitos e conglomerados.

O solo predominante que se desenvolve sobre essa formação é do tipo latossolo, com variação de cor amarela a vermelho-amarela. Estes solos são no geral bem envelhecidos, profundos, cauliniticos, álicos, e freqüentemente agregados com uma grande coerência.

Modelando a paisagem, o clima se destaca entre os demais fatores físicos naturais. A precipitação média anual fica em torno dos 2.300mm, com média de 190 dias de chuva. As temperaturas médias anuais ficam em torno de 27,6°C. A umidade relativa apresenta média de 83% e a pressão atmosférica apresenta-se em média superior a 1.000mb. Apresenta ainda insolação elevada e nebulosidade provocada em maior parte pela evaporação no ambiente local.

A vegetação existente em Manaus, assim como em toda região, está mais ligada às condições climáticas que as condições de solo.

Os fatores físicos naturais característicos da cidade de Manaus (como relevo com baixa altimetria e pouca declividade, solos profundos e de boa drenagem e uma vegetação exuberante) tenderiam a demonstrar uma baixa susceptibilidade à

ocorrência de processos erosivos e, ao contrário disso, observa-se a atuação de processos erosivos acelerados, como voçorocas, ravinas e sulcos.

Mas em se tratando de processos erosivos acelerados em área urbana, devemos tentar verificar até que ponto o surgimento e evolução de voçorocas (objeto de estudo do presente trabalho) estariam diretamente ligadas com a expansão da cidade e os mecanismos de apropriação do espaço (manejo do solo urbano). A esse respeito veremos, no capítulo 4, como ocorreu a expansão da cidade desde sua fundação até os dias atuais.

Capítulo 4: Caracterização urbana de Manaus

Introdução

Manaus, como a maioria das cidades amazônicas, surgiu à margem de um rio - o Rio Negro, a partir de um fortim em 1669. Sua evolução deu-se em três fases. A primeira, entre 1669 e 1840; a segunda entre 1840 e 1955, e a terceira fase, entre 1955 até os dias atuais.

Esta terceira fase poderia ser dividida em dois períodos: o *Pré-Zona Franca e Distrito Industrial* e o segundo, desde a criação da ZF e DI em 1967 até o presente. Este último período pode ser apontado como aquele em que a cidade mais cresceu, tanto em termos de expansão da malha urbana como em termos de número de habitantes.

Este crescimento trouxe alguns impactos ambientais à cidade de Manaus, como: a perda de grandes extensões de áreas verdes e ocupação de áreas inadequadas à construção de habitações, entre outros problemas tanto de ordem social como de ordem ambiental.

Neste capítulo, faremos um breve histórico da evolução urbana da cidade de Manaus desde 1669 e 1997, apontando as principais causas e conseqüências dessa expansão.

4.1. Histórico da evolução urbana

As cidades no Brasil do período colonial, de modo geral, segundo Reis (1983), surgiram a partir de capelas, missões, estabelecimentos agrários, fortificações,

centros de exploração mineral e acampamentos militares. O surgimento da cidade de Manaus não poderia ser diferente, surgindo lentamente de um fortim denominado de Fortaleza de São José do Rio Negro, em 1669, erguido pelo capitão português Francisco da Mota Falcão.

Ao redor deste forte, reuniram-se algumas nações indígenas como os Manau, Tacu, Baré, Passé e Baniua que se agruparam formando a *Aldeia de São José do Rio Negro* que depois foi rebaixada à categoria de Lugar, com o nome de *Lugar da Barra do Rio Negro*. Mais tarde, por volta de 1833, foi denominada de *Vila de Manaus*. Em 1848, foi elevada de categoria com o nome de *Cidade da Barra do Rio Negro*. Finalmente em 1856, passou a chamar-se *Cidade de Manaus* (Mello, 1967).

A denominação de **Manaus** é oriunda da nação indígena dos Manau que habitou e preponderou no Rio Negro. O nome Manaus – significa **Mãe dos Deuses** que tem sua origem no tupi com o radical feminino sânscrito – **man, maná** (Mello, 1967). Porém, o significado da palavra Manaus é bem mais complexo do que apresentamos, como se observa a seguir, nas palavras de Mello (1967).

... estudada a palavra como originária do sânscrito [...] verifica-se que **Manaus** é uma das formas femininas de **Manouh, Manou, Manu, Mani**, que são por sua vez abreviações do nome hebraico **Manouchyak** ou **Manouchia, Machiahh**, homem ou gênio nascido de **Manou, Manu** ou **Mani**, significando Deus dos Índios. [...] **Maná-y-i** quer dizer – Mulher de Manu; portanto, **Maná, Manacá, Manau, Manay**, são formas tupi oriundas do radical feminino sânscrito – **man, maná**.

Logo, o homem, gênio ou deus dos índios sendo, pelo lado paterno, filho de **Manou, Manu** ou **Mani**, e, por sua vez que **Manau, Maná, Manacá, Manay**, são formas femininas; e que **Maná-y-i** quer dizer mulher de **Manu**, deduz-se: O homem, gênio ou deus dos índios é, pelo lado materno, filho de **Manau** nome que no plural – Manaus – foi concedido à capital do Estado do Amazonas. Manaus, quer dizer: Mãe dos Deuses (Mello, 1967).

Levando em consideração os 329 anos de sua existência, pode-se dividir a ocupação da cidade de Manaus, e conseqüentemente o surgimento de

impactos sobre o meio, em três fases distintas¹.

Na **primeira fase**, de 1669 (*Fundação de Manaus*) a 1840 (*Início da exploração de produtos florestais*), devido à lenta expansão urbana da cidade, poucas modificações ocorreram na fauna e flora local. Ocorreu, neste período, um decréscimo populacional devido principalmente aos constantes conflitos entre brancos e índios. Na Amazônia, a população indígena em meados do século XVII, passava de 30 milhões. Hoje, no entanto, observa-se um total de aproximadamente 150 mil índios (Salati, 1990).

Por volta de 1787, Manaus possuía apenas 3 ruas, com 301 habitantes sendo 47 brancos, 243 índios e 11 escravos. Passados 40 anos (1827), a população sobe para cerca de 3.000 pessoas (Corrêa, 1966).

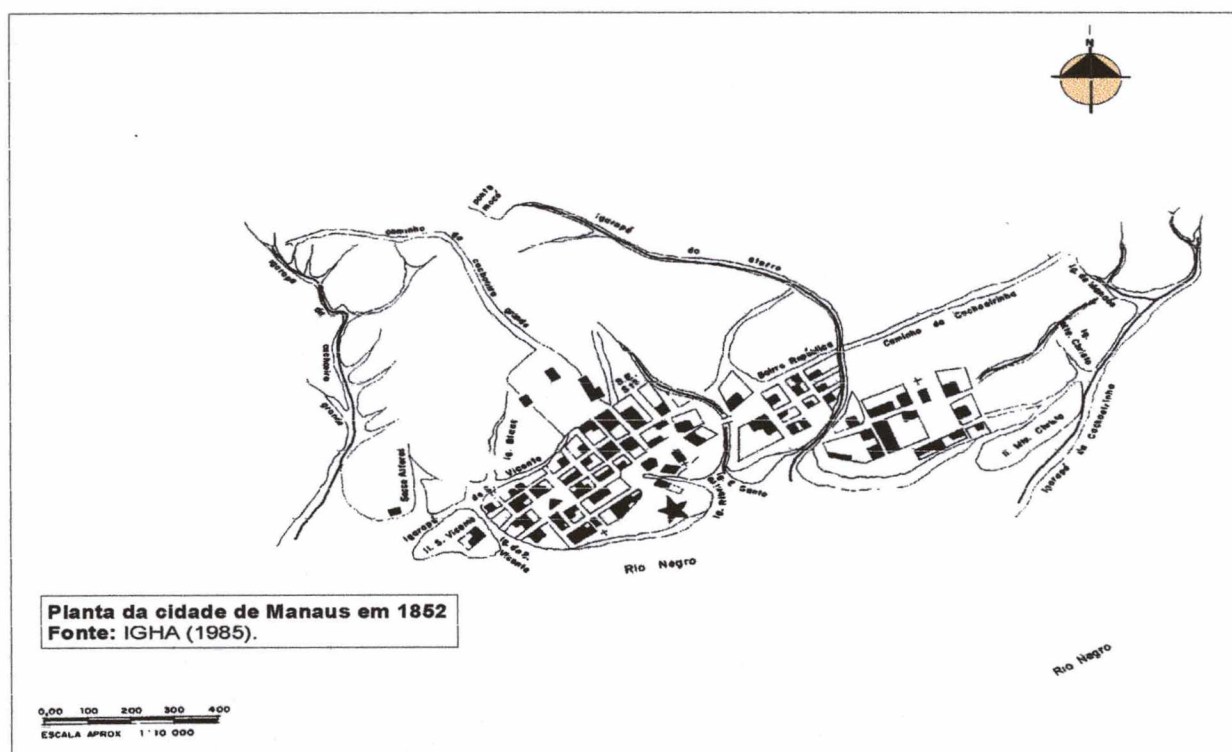
A **segunda fase**, entre os anos de 1840 e 1955, tem início com aplicação dos projetos de colonização e desenvolvimento regional, quando aproximadamente 800 mil migrantes penetraram na Amazônia.

Esses migrantes distribuíram-se por toda a Amazônia, pois em 1852 (**Mapa 06**) Manaus apresentava uma população de cerca de 4.000 habitantes, com ruas curtas e estreitas, por calçar ou iluminar. Não possuía redes de esgoto, iluminação elétrica ou telégrafo, entre outros problemas apontados na época (Corrêa, 1966).

Com a exploração da borracha, entre 1840 e 1910, Manaus como capital da Província do Amazonas, foi a grande beneficiada com os recursos advindos da exploração da borracha, tendo nesse período seu momento de "*cidade de ouro*".

¹ Essas três fases são baseadas no trabalho de Eneas Salati (1990), em que o autor divide em três fases, a ocupação e surgimento de impactos na Amazônia Brasileira, nos últimos 300 anos.

No período em que esteve no governo, de 1892 a 1896, Eduardo Ribeiro iniciou a grande transformação do Estado, principalmente em sua capital, com a construção de pontes, nivelamento de ruas, construção de parques e praças, arruamento e calçamento de ruas, aterro de igarapés como a finalização do aterro do Igarapé do Espírito Santo, atual Av. Eduardo Ribeiro. Observa-se, através da **figura 08** e **fotos 04** (IGHA, 1985) e **05** (do autor, 1998), três momentos da atual Av. Eduardo Ribeiro). Grandes prédios e monumentos foram erguidos nesse período, como o Teatro Amazonas, Palácio da Justiça, Prédio da Alfândega, etc. (Corrêa, 1966).



Mapa 06 – Cidade de Manaus / 1852.

Eduardo Ribeiro foi responsável pelo grande processo de ocupação e expansão urbana naquela época, denominado por Ribeiro Filho (1993) de “Tabuleiro de Xadrez”. Essa expansão ocorreu no sentido do bairro da

Cachoeirinha e da avenida Boulevard conforme observa-se em destaque no **Mapa 07**.

Mesmo com todas as benfeitorias introduzidas por Eduardo Ribeiro em Manaus, Euclides da Cunha quando aqui veio em visita, nos últimos dias do ano de 1904, fez a seguinte observação a respeito dos aspectos urbanos desta cidade: “ruidosa, ampla, mal arranjada, monótona e opulenta capital do seringueiro” (Venancio Filho, 1938 *apud* Tocantins, 1966).



Figura 08 - Igarapé do Espírito Santo (meados do século passado) atual Av. Eduardo Ribeiro. (Gravura de IGHA, 1985).



Foto 04 - Av. Eduardo Ribeiro em 1910. (Foto de IGHA, 1985)



Foto 05 - Av. Eduardo Ribeiro em 1998. (Foto do autor).

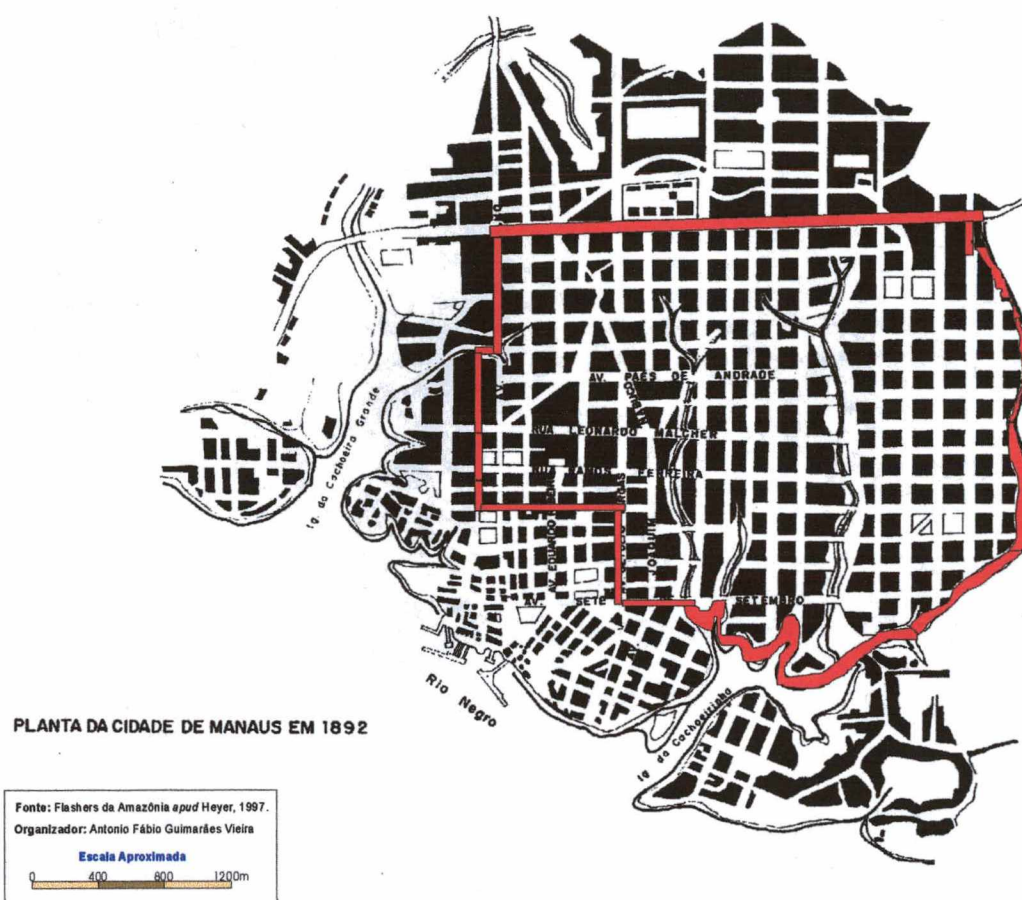
De 1889 a 1920, a capital do Amazonas passou de cerca de 10.000 habitantes para pouco mais de 75.000, que segundo Ab'Saber (1953) representou "um crescimento invejável para uma pequena cidade da distante e pouco desenvolvida Amazônia Central". O referido autor comenta ainda que "... a cidade de Manaus, antes mesmo de crescer demograficamente, ganhou fisionomia de uma grande cidade, devido a sua função comercial e portuária".

A terceira fase, que se inicia a partir de 1955 e se estende até os dias atuais, é caracterizada pela introdução de projetos de ocupação, colonização e desenvolvimento regional para a Amazônia, como por exemplo: a abertura de estradas (a Belém-Brasília, a Transamazônica, a Cuiabá-Porto Velho, a Porto Velho-Manaus e a Manaus-Boa Vista) que acabara por contribuir com novos caminhos para os migrantes vindos nesta época, principalmente do Sul do País.

Cidades como Belém e Manaus tiveram um rápido crescimento populacional devido também ao início de projetos de exploração mineral na região (ouro, ferro, bauxita, manganês, cassiterita, pedras preciosas, etc.), projetos industriais (siderurgia, alumínio, ferroligas), os projetos hidrelétricos, a exploração de petróleo e gás natural, e no caso mais específico da cidade de Manaus a criação da Zona Franca e Distrito Industrial no final da década de 1960 (Salati, 1990).

No **Mapa 08**, observa-se a expansão urbana desde 1665 até 1990. Verifica-se que a cidade de Manaus, a partir de 1950, começa a viver o fenômeno de urbanização mais intenso, graças ao início do processo de industrialização de produtos extrativistas e do beneficiamento da juta.

Porém, foi com a implantação da Zona Franca e do Distrito Industrial no final da década de 60 que a cidade sofreu um processo de expansão física e concentração populacional acelerada e desordenada (Vieira, Lima e Souza, 1996).



PLANTA DA CIDADE DE MANAUS EM 1892

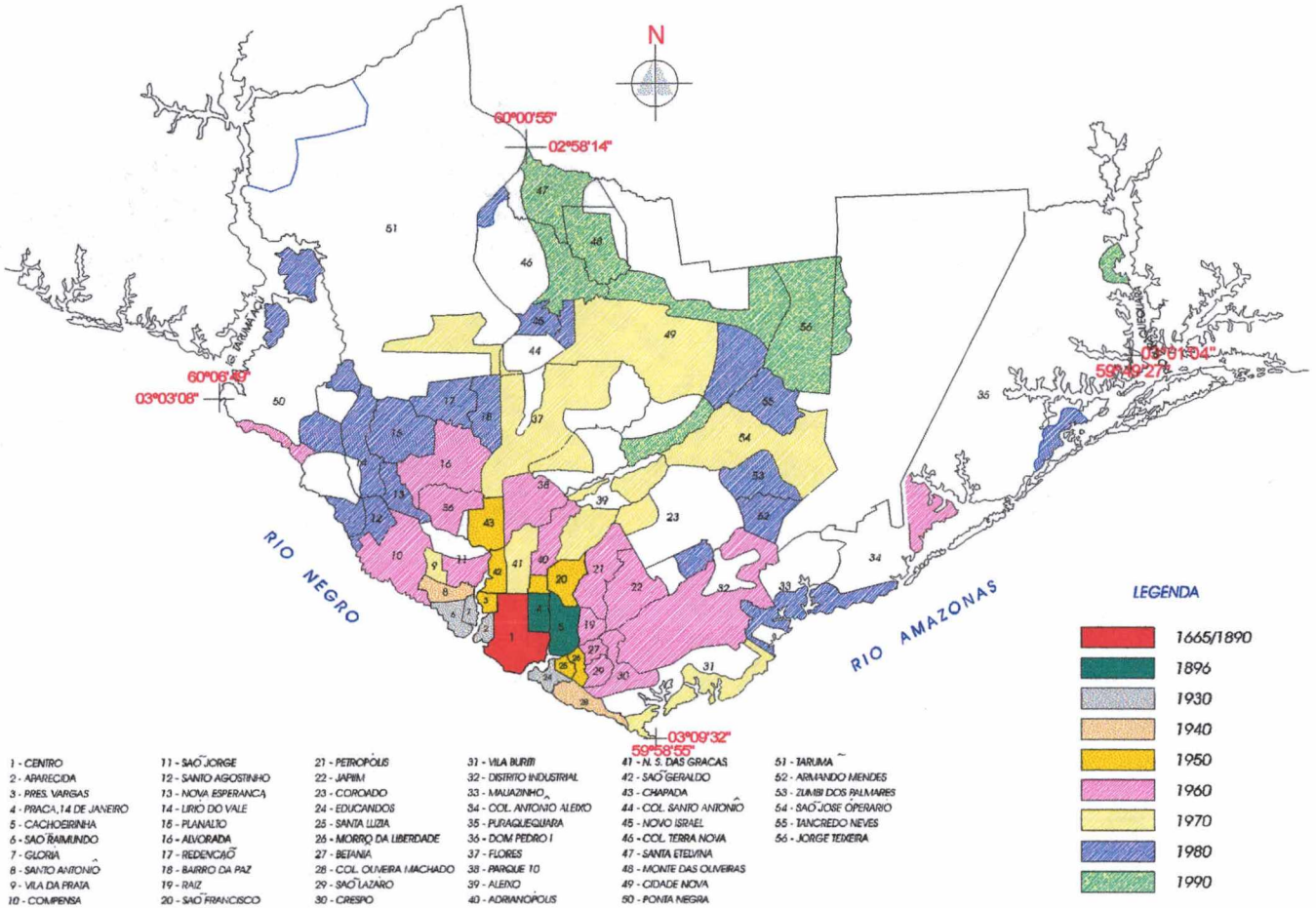
Fonte: Flashers da Amazônia apud Heyer, 1997.
Organizador: Antonio Fábio Guimarães Vieira
Escala Aproximada
0 400 800 1200m

Mapa 07 - Cidade de Manaus – 1896. A área circundada pela linha vermelha representa a área de expansão (Tabuleiro de Xadrez) ocorrida no Governo de Eduardo Ribeiro.

Em 1970, a cidade de Manaus ocupava uma área de 25,32 Km² com população de 311.622 habitantes, o que resultava numa densidade populacional de 123 hab./Km². Já em 1991, a cidade passa a ocupar um espaço de cerca de 300 Km², com uma população de 1.010.558 habitantes e densidade populacional de 33,7 hab./Km².

No ano de 1993, a população manauara era da ordem de 1.138.159 hab., ocupando uma área de 377,37 Km², o que representava uma densidade populacional de 30,1 hab./Km². Em 1995, a população alcança o total de 1.282.310 habitantes. De 1970 a 1995, observa-se que a população cresceu cerca de 4,11 vezes mais e a área ocupada pelo sítio urbano teve um aumento de 14,88 vezes em 25 anos.

CIDADE DE MANAUS

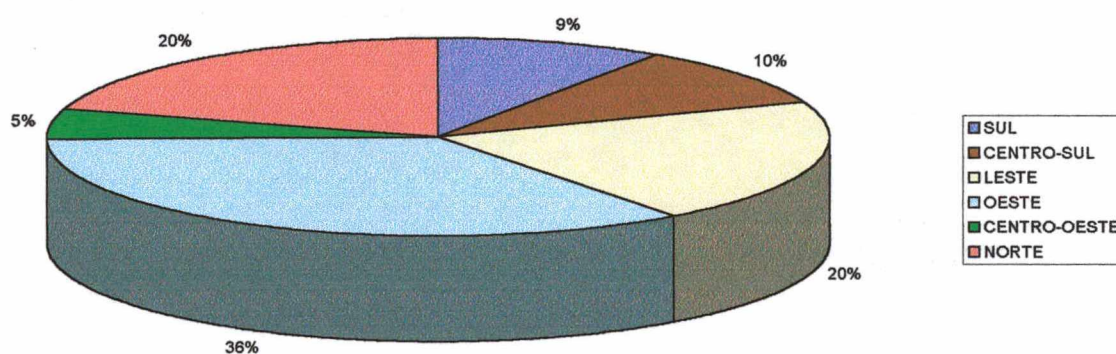


Fonte: Base Cartográfica da Área Urbana de Manaus. IMPLAN / CPRM - 1996.
Organizador: Antonio Fábio Guimarães Vieira

Mapa 08 - Mapa da evolução da Cidade de Manaus de 1665 a 1990. (IMPLAN / 1995).

Em 1993, com a nova lei que regulamentou a divisão da cidade em 06 zonas administrativas, foi reduzido o número de bairros de 126 para 56. A área ocupada por cada zona pode ser observada, no gráfico 02, assim como a distribuição da população nessas zonas pode ser observado no gráfico 03. A construção destes gráficos ocorreu a partir da interpretação dos dados obtidos na documentação do Instituto Municipal de Planejamento Urbano e Informática sobre a Nova Delimitação de Bairros da Cidade de Manaus até o ano de 1995.

Área ocupada pelas Zonas Administrativas Manaus – AM / 1995.



Fonte: IMPLAN / 1993.

Organizador: Antonio Fábio Guimarães Vieira

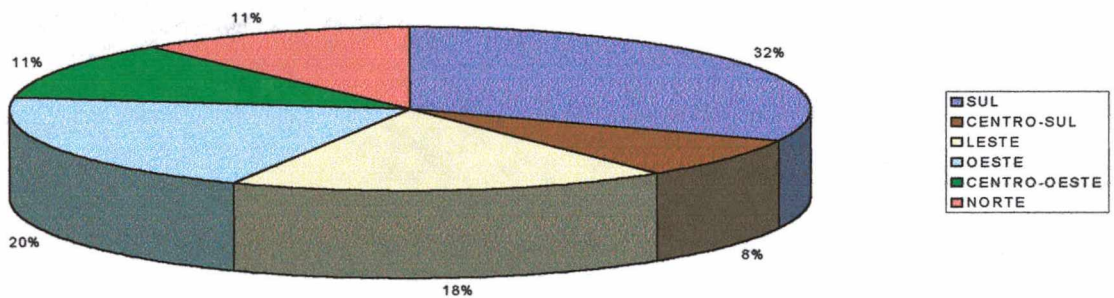
Gráfico 02 – Área ocupada pelas zonas administrativas em relação à área total do sítio urbano de Manaus – Am. / 1993.

Mesmo a área urbana tendo sido aumentada bem mais em relação ao crescimento populacional, segundo Vasconcellos (1990), em 1984, com uma população de cerca de 762.000 habitantes e ocupando uma área superior a 50 Km² a taxa média de área verde por habitante era inferior a 0,5m²/hab, muito abaixo do índice aceitável (32 vezes menor) que é da ordem de 16m²/hab por área verde.

Das seis zonas, observa-se que as Zonas Oeste e Leste possuem a maior abrangência em termos de área. Ao passo que a Zona Centro-Oeste ocupa a menor área em comparação com a outras zonas (**tabela 03**). A mais populosa é a Zona

Sul seguida pela Zona Oeste, Zona Leste, Zona Centro-Oeste, Zona Norte e Zona Centro-Sul (gráfico 03 e tabela 03).

**População total por Zonas Administrativas
Manaus – Am / 1995**



Fonte: IMPLAN / 1993.

Organizador: Antonio Fábio Guimarães Vieira.

Gráfico 03 - Porcentagem da população por zonas administrativas.

Distribuição de área e população por Zonas em Manaus / 1995.						
	Zonas Administrativas					
	Norte	Sul	Centro-Sul	Centro-Oeste	Oeste	Leste
Área Km ²	76,20	35,47	36,95	18,97	132,25	77,27
População	143.682	402.791	104.485	144.714	258.505	228.133
Área Total	377,37 Km ²					
Pop. Total	1.282.310					

Fonte: IMPLAN / 1995.

Organizador: Antonio Fábio Guimarães Vieira

Tabela 03

No que se refere à densidade populacional dessa zonas, observa-se (tabela 04) que a mais densamente povoada é a Sul e a menos povoada é a Norte.

Densidade Populacional por Zonas em Manaus / 1993					
Norte	Sul	Centro-Sul	Centro-Oeste	Oeste	Leste
1885,5 hab./Km ²	11355,8 hab./Km ²	2827,7 hab./Km ²	7628,5 hab./Km ²	1954,6 hab./Km ²	2952,4 hab./Km ²

Fonte: IMPLAN / 1995.

Organizador: Antonio Fábio Guimarães Vieira

Tabela 04

Hoje, com a população acima de 1.500.000 de habitantes (dados não oficiais) ocupando uma área superior a 433 Km² (dados não oficiais); sem a preocupação de criação de novas áreas verdes, sem preservação da vegetação das margens e cabeceiras dos igarapés, assim como da vegetação das áreas com declividade acima de 15%; com a derrubada indiscriminada de vegetação nativa para expansão do sítio urbano e até mesmo a derrubada de árvores centenárias das vias públicas, tudo em nome da “modernização”. Provavelmente hoje, a taxa de área verde por habitante deva estar bem abaixo da de 1984.

Apesar de não existir dados concretos que possam comprovar essa afirmação, é possível fazê-la com os olhos de quem vive aqui, com o olhar atento de um geógrafo (o autor) preocupado com esta questão.

4.2. Causas e conseqüências da expansão urbana

Desde sua fundação em 1669, o período que Manaus apresentou o maior crescimento demográfico foi nas décadas de 70 e 80. Tomando como base essas duas décadas e os 5 anos da década de 90, quando a população manauara ficou em torno de 1.282.310 habitantes em 1993, observa-se um aumento de mais 310% da população. Segundo Ribeiro Filho (1997), a população da capital cresceu mais em relação à população do Estado:

Nos três períodos intercensitários: 60-70, 70-80- e 80-91, Manaus apresenta uma taxa de crescimento anual de 7,9, 10,3 e 5,4 respectivamente, enquanto o estado cresce com uma média anual de 3,5, 5,0 e 4,3. Estes dados confirmam o esvaziamento do interior e o inchaço da capital do Amazonas, evidenciando uma concentração excessiva da população em Manaus. Tanto que em 1991, Manaus já representa 48,1% da população do estado [...]. Não obstante, é importante observar-se que no período 70-80 tanto o município de Manaus quanto o estado do Amazonas atingem o pico máximo desse crescimento populacional.[...] ...não podemos deixar de nos referir aos períodos de 1872-1890 e 1890-1900. Época em que o estado do Amazonas e Manaus tiveram um grande incremento de sua população. Só que nestes dois períodos intercensitários, verificou-se o contrário do observado no período Zona Franca: foi o estado que cresceu mais em relação à capital. Fator que se deve ao "Ciclo da Borracha" que, através do sistema de aviamento, dinamizou a população no interior do Amazonas.

A causa desse grande aumento populacional está ligada à criação da Zona Franca e do Distrito Industrial, que torna Manaus um atrativo populacional para as pessoas que viviam em cidades do interior e até mesmo em outros estados, principalmente vindos do Pará, Acre e Ceará, como verificou Ribeiro Filho (1997). Esses migrantes vinham com um só pensamento: "melhores condições de vida" (emprego, moradia, escola, saúde, etc.).

Vale frisar que o fluxo migratório para Manaus neste período (1960), tem sua origem na década de 20, quando ocorre uma baixa nos preços dos produtos extrativistas principalmente da borracha (Ribeiro Filho, 1997).

Ribeiro Filho (1997) verificou a existência de maior concentração populacional no espaço urbano, demonstrando que após a década de 60 ocorreu grande diminuição da população rural de Manaus em relação ao município. O autor observou ainda que, no censo de 1991, apenas 0,49 % (4.916 hab.) correspondia a população da Zona Rural do município.

Ribeiro Filho (1997) chegou às seguintes considerações a respeito da concentração da população no Amazonas:

1) quase metade dos habitantes do estado moram na capital e 2) 95% da população do município de Manaus reside na cidade. Isto denota um duplo “vazio demográfico”: um no interior do estado e outro na Zona Rural de Manaus. A situação fica ainda mais evidente se considerarmos apenas os dados populacionais urbanos, os quais, segundo o Censo de 1991, apontam que a população urbana de Manaus representava 67,0% da população urbana do estado. Este aumento populacional refletiu-se, de imediato, no crescimento espacial da cidade. A área urbana cresceu para 37.737 hectares...

Em 1970, a densidade demográfica era de cerca de 123 hab./há; em 1995, diminuiu para cerca de 33,9 hab./ha (IMPLAN, 1993). Este declínio da relação habitante/hectare segundo Ribeiro Filho (1997) “aponta para o crescente aumento da especulação fundiária, formando-se enormes “vazios demográficos” no espaço urbano de Manaus”. A respeito da expansão urbana de Manaus, Ribeiro Filho (1997) diz que:

A cidade amplia sobremaneira seus domínios espaciais, expandindo-se pelas “terras-firmes” e margens de igarapés, num modelo de ocupação mista “entre as intenções planejadoras do estado e a ânsia da ocupação espontânea”. [...] A partir do final dos anos 60 e principalmente na década de 80, a cidade cresceu de forma acelerada e desordenada. Muitos “bairros” foram criados às custas das ocupações, sem qualquer forma de planejamento. Multiplicam-se as ocupações dos igarapés e dos interflúvios, agravando o problema ambiental e as condições de habitação da população. A cidade esparrama-se pelos extensos platôs avançando floresta adentro e, cada vez mais, distanciando-se do rio Negro. Alguns bairros são criados de maneira planejada, atendendo setores da classe média, empregada na indústria, comércio ou no serviço público. A cidade cresceu para todos os lados, o planejamento deu lugar à desordem, o estado não conseguiu conter o “crescimento” abrupto, quer seja da população, quer seja da área urbana. As coisas aconteceram de uma forma improvisada, em que tudo foi feito às pressas. Manaus deixou de ser a “Paris Equatorial” das grandes obras do “Ciclo da Borracha” que lhe conferiam, em parte, uma fisionomia européia. Ao contrário do que presenciamos hoje, naquele momento a cidade passou por um programa de urbanização, mesmo que tenha sido de caráter funcional. A Manaus de agora está à procura de uma identidade, inclusive em sua paisagem urbana. Da *art nouveau* do passado para o *concrete*, sem formas, cercado pelo fumê obscuro e recoberto pelo amianto estorrecedor. A Zona Franca teve um papel fundamental no reordenamento espacial da cidade. Incitou inicialmente o fluxo migratório para a capital e em seguida a ação dos proprietários fundiários, dos promotores imobiliários, do estado e dos grupos sociais excluídos, no processo de (re)produção do espaço urbano.

Segundo Nava (1996), no final da década de 80, devido à crise econômica, Manaus começou a apresentar uma diminuição tanto das atividades industriais como das atividades comerciais, que trouxe como consequência problemas sociais, entre eles a falta de emprego.

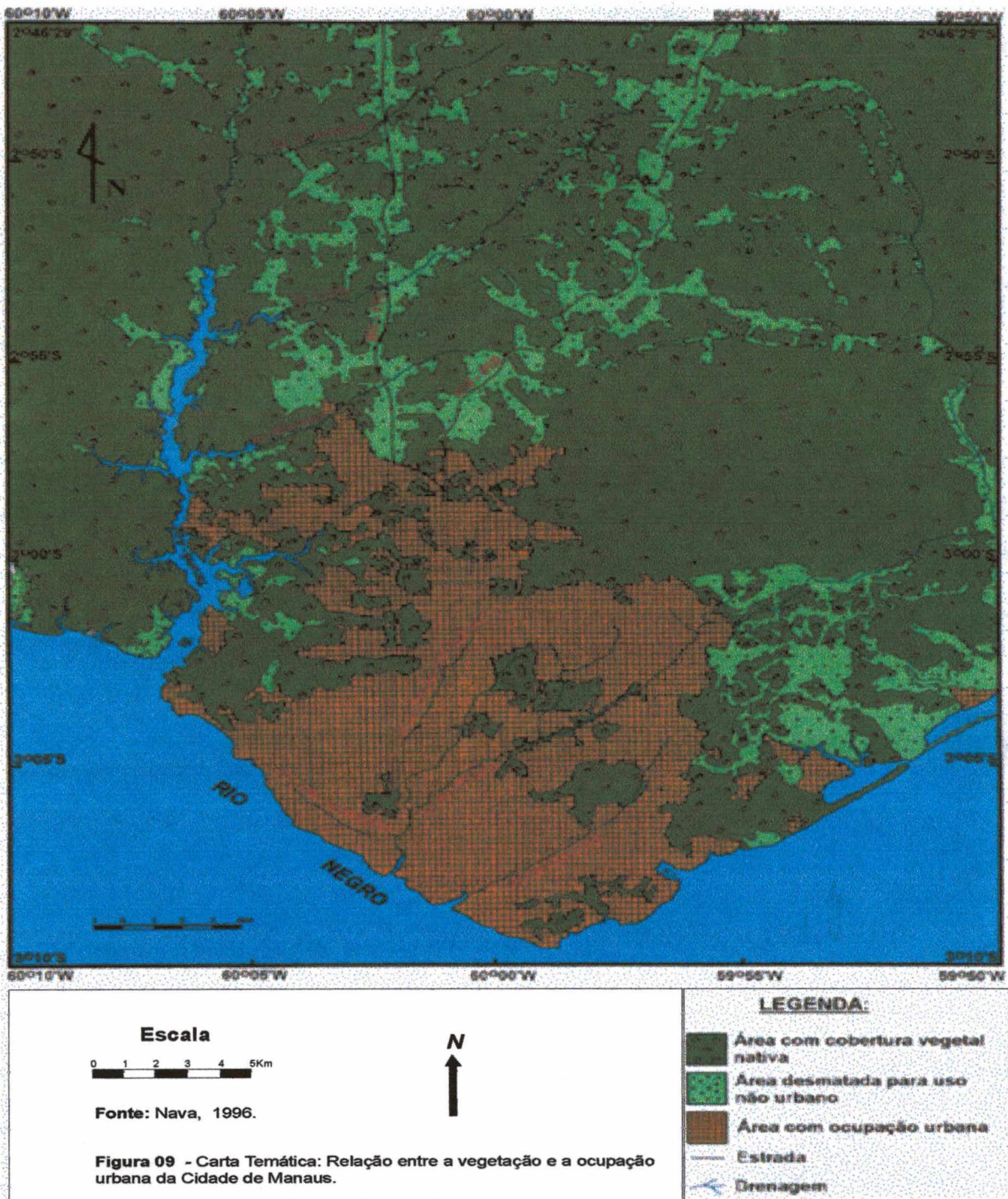
Começou então a se formar em Manaus um excedente populacional de “desempregados desabrigados” que passaram então a ocupar mais intensamente os espaços inadequados à moradia, como encostas com declividades acentuadas, calhas dos igarapés e áreas de reservas florestais.

A respeito da ocupação de encostas com declividade acentuada, ou seja, os terrenos pertencentes da classe E (30% a 47% ou 17° a 25° de declividade) a Lei Federal n.º 6766/79 diz que estes terrenos têm seu uso limitado, estando condicionados a estudos geotécnicos prévios. Os terrenos de classe F (declividade acima de 47% ou acima de 25°) são protegidos pelo Código Florestal Brasileiro (Lei Federal n.º 4771/65), que os define como sendo áreas de preservação florestal permanente (Nava, 1996).

Observa-se em Manaus, uma falta de fiscalização por parte dos órgãos competentes a esse respeito, onde encostas com declividade acentuada são ocupadas por habitações e onde toda cobertura vegetal dessas encostas é retirada.

Com essa expansão desordenada, muitas áreas que apresentavam densa cobertura vegetal nativa foram totalmente destruídas, dando lugar aos loteamentos e ocupações. Na Carta Temática a seguir, observa-se a relação entre a vegetação e a ocupação urbana da cidade de Manaus (**fig.09**).

Acompanhando a expansão desordenada do sítio urbano de Manaus, está o aparecimento de formas resultantes de processos erosivos, como sulcos, ravinas e voçorocas.



Esta Carta, teve como base a imagem de satélite LANDSAT – WRS 231/062 TM, de 22 de maio de 1992, com composição das bandas 3, 4 e 5 interpretadas por Nava (1996).

Conclusões

Observa-se que, desde sua fundação em 1669 até o final da década de 60 deste século, a cidade de Manaus apresentava um crescimento moderado tanto em termos de expansão do espaço urbano, como da população, para onde chegavam migrantes de todas as partes do Brasil.

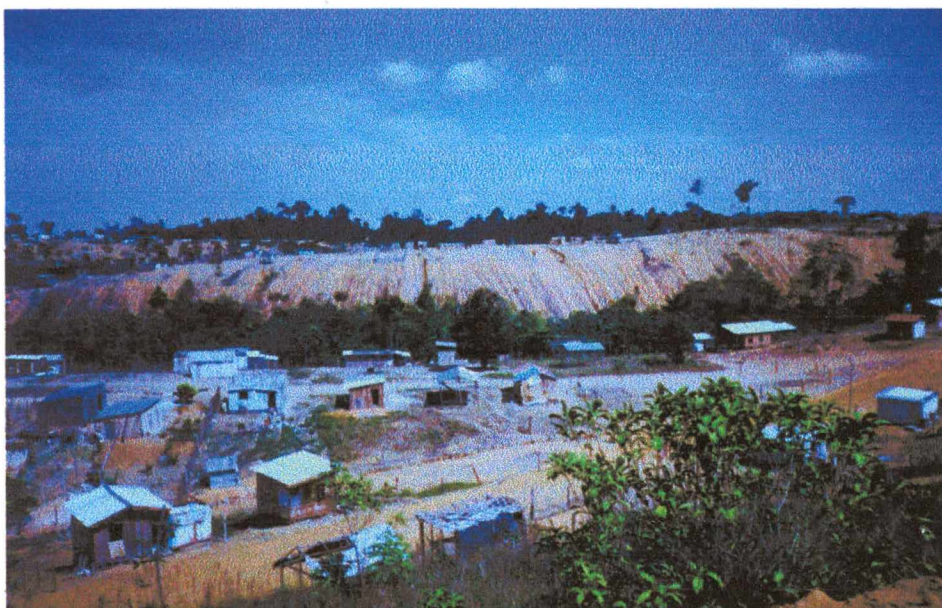
No entanto, a partir desse período, a cidade passa a ter um acelerado e considerável aumento na população, passando de cerca de 312.000 habitantes em 1970 para cerca de 1.500.000 em 1998 (dados não oficiais). Em termos de área, o aumento foi bem maior. Em 1970, Manaus ocupava uma área de aproximadamente 25,3 Km² e hoje (1998) ocupa uma área superior a 433 Km².

A causa desse grande aumento tanto em termos populacionais como em termos de área está diretamente ligada à criação da Zona Franca e do Distrito Industrial, que torna a cidade um *sonho ingênuo* de enriquecimento ou simplesmente melhoria de vida para aqueles que moravam no interior e em outras cidades de outros estados.

As conseqüências ambientais desse crescimento desordenado está na ocupação de encostas de declividade acentuada e fundos de vale, destruição da vegetação de extensas áreas para dar lugar aos loteamentos e ocupações populares, assim como assoreamento e poluição de igarapés. Com isso, áreas que até então não apresentavam ocorrência de processos erosivos vão surgindo junto com a ocupação inadequada de áreas para expansão urbana.

Terceira Parte

Procedimentos Metodológicos



Ocupação Cidade de Deus. Jul./1995. Manaus (AM). (Foto do autor).

Capítulo 5: Procedimentos metodológicos

Este trabalho está baseado na análise de fatores físicos naturais e fatores antrópicos, uma vez que tratamos da temática *voçorocas urbanas*. Por esse motivo, as ações executadas na resolução dos objetivos propostos sempre tiveram como fundamento a preocupação em não privilegiar, em certos momentos, os aspectos ligados ao homem ou os aspectos ligados ao meio, muito embora saibamos que nem sempre isso foi possível.

5.1. A área de estudo

A área urbana de Manaus foi escolhida em virtude da necessidade de continuação de um projeto de iniciação científica encerrado em meados de 1995, quando se constatou através deste a existência de 40 voçorocas no sítio urbano de Manaus. Esse motivo nos trouxe a preocupação em entender quais as causas e as conseqüências ligadas à existência dessas incisões erosivas em Manaus.

Outro ponto que nos levou a escolher esta área como estudo está ligado ao fato de este trabalho ser (até onde temos conhecimento) o primeiro (a nível de pós-graduação) a discutir a questão envolvendo as voçorocas em Manaus.

5.2. Materiais utilizados

Uma vez escolhida a área de estudo, começamos o levantamento de fontes bibliográficas que tratavam tanto de aspectos ligados aos fatores físicos naturais que influenciam no surgimento de processos erosivos, quanto de fontes ligadas mais diretamente a trabalhos locais que abordassem de alguma forma esse assunto : voçorocas de Manaus ou aspectos do meio físico.

Reunimos algumas cartas planimétricas (n=14) da cidade em escalas que variavam de 1:10.000 (IMPLAN, 1990) a 1:25.000 (SEMOSB, 1991), mapas temáticos em diversas escalas (Nascimento et al., 1976; RADAMBRASIL, 1978; Franzinelli & Piuci *apud* Fernandes Filho, 1996; Nava, 1996) e CD ROOM com a Base Cartográfica da Área Urbana de Manaus. Este CD ROOM permitiu que construíssemos alguns mapas de relevância para o trabalho. De maneira geral, todos serviram, ou como apoio ou como ilustração, no desenvolvimento do trabalho.

Alguns mapas e figuras foram coloridos a partir da utilização do *Software Corel Draw 7*, figuras como as do monitoramento das voçorocas e o mapa geológico da região de Manaus e arredores.

Utilizando-se do Mapa da cidade de Manaus de 1991 - escala de 1:25.000 (confeccionado pela SEMOSB, 1991) - duas linhas foram traçadas neste mapa. A partir destas linhas foram obtidas as curvas de nível e seus respectivos valores (altimetria), de onde foram traçados os perfis topográficos contidos na **figura 01** (cap. 03, p. 41). Utilizando-se também deste mapa, através das curvas de nível nele existentes, pudemos observar a predominância das encostas côncavas em relação às convexas, assim como representamos a forma dos barrancos do bairro de São Raimundo e do bairro de Educandos com a utilização das curvas de nível.

Reunimos, também, algumas fotografias do IGHA – Instituto Geográfico e Histórico do Amazonas, do livro *Manaus: memória fotográfica* que reúne fotos do início do século e gravuras do século passado. O IMPLAN foi novamente visitado no sentido de coletarmos material referente à expansão urbana e dados referentes à estrutura espacial da cidade, como valor do metro quadrado em determinadas áreas, quais áreas eram mais densamente ocupadas, área de abrangência das zonas administrativas.

Fotografias da área onde encontra-se cada voçoroca foram tiradas nesse período e comparadas com as fotografias de 1994 e 1995, no sentido de observarmos as modificações existentes.

5.3. Cadastramento

Tendo como base as fichas do primeiro cadastramento realizado no período de agosto/1994 a julho/1995, realizamos, em 1997, o recadastramento das voçorocas existentes em Manaus através de uma nova ficha (**fig. 10**).

Na segunda ficha, incluímos dados sobre tipo e forma da voçoroca (ver cap. 2, item 2.2., p. 26) os quais não foram contemplados na primeira ficha. Incluímos dados sobre a Zona (Norte, Sul, Centro-Sul, Oeste, Centro-Oeste e Leste) na qual se localiza a voçoroca. Verificamos, após a confrontação das fichas do 1º e do 2º cadastramento, quais as mais evidentes transformações ocorridas tanto na voçoroca quanto na área onde esta se localiza. Através destas fichas, verificamos onde há maior número de voçorocas em Manaus (bairro/zona).

O recadastramento foi realizado nos meses de outubro e novembro de 1997, e janeiro de 1998. Todavia, realizamos o acompanhamento das voçorocas de

janeiro/1997 a janeiro/1998, verificando as possíveis modificações existentes, tanto na voçoroca como na área onde a mesma estava inserida.

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 02 / 05 / 95		FICHA Nº 001/98	
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 15 / 01 / 98			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: Estrada da Refinaria		ZONA: Sul	
BAIRRO: Vila Buriti			
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Petrobrás			
TIPO: Conectada		FORMA: Composta	
2. DADOS DA VOÇOROCA	1º cad.	2º cad.	3. CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA
COMPRIMENTO:	42 m	42 m	DECLIVIDADE: 2º
LARGURA:	5 m	7,5 m	FORMA: Plana
PROFUNDIDADE:	2,5 m	2,5 m	
ORIENTAÇÃO:	NNE-SSO	NNE-SSO	
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Área terraplanada com presença de arbustos e gramíneas. Apresenta área de contribuição de cerca de 738 m ² .			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Surgiu provavelmente após a retirada da cobertura vegetal e posterior terraplanagem.			
6. DANOS MATERIAIS			
Perda de cerca de 540 m ² de área.			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Nenhuma.			
CUSTO US\$			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Lento processo de crescimento, principalmente na cabeceira, a qual encontra-se quase toda "coberta" por vegetação do tipo gramíneas e pequenos arbustos.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			
A largura aqui apresentada refere-se a parte inferior da voçoroca (limite monitorado), uma vez que, a cabeceira desta apresenta-se com ramificações.			

Figura 10 – Modelo de ficha cadastral utilizada no recadastramento das voçorocas em Manaus/1998. (ver anexo 3, as fichas cadastrais das voçorocas tratadas neste trabalho).

Além dos dados contidos na ficha cadastral, no momento do recadastramento, tivemos a preocupação de verificar também (item 9 – Observações gerais da ficha cadastral) 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, em virtude de constatarmos 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 (ver anexo 3).

5.4. Monitoramento das voçorocas

Cinco voçorocas foram escolhidas para a aplicação da técnica de monitoramento em função de dois fatores: 1º) a localização – a qual permitia fácil acesso e possibilitava a instalação de pluviômetro, assim como tornava possível coletar amostras do terreno e 2º) não possuía qualquer tipo de obra de contenção e nem apresentava durante o ano de monitoramento previsão de receber alguma.

Baseados na técnica denominada *levantamento por ordenadas* (Comastri, 1992); a qual é conhecida vulgarmente por *espinha de peixe*, fizemos o acompanhamento da evolução das 05 voçorocas escolhidas para este fim.

Esta 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; Vieira et al., 1996).

5.5. Descrição de perfis de solo e coleta de amostras para análise granulométrica

Foram feitas descrições de perfis de solo nas 05 voçorocas monitoradas, observando aspectos como: cor (Tabela Munsell Color Charts) e textura. Cada perfil era medido e desenhado com destaque para as camadas mais evidentes (levando em consideração cor e textura – ver cap. 6.1 a esse respeito). No total, 16 perfis foram estudados, sendo: 01 na voçoroca Petrobrás, 01 na Cobal, 03 na Siderama 1, 08 na Siderama 2 e 03 na Siderama 3, os quais encontram-se descritos no capítulo 6 - item 6.3 e em forma de tabela no Anexo 4.

Após a construção dos perfis, foram coletadas 56 amostras das paredes das voçorocas Petrobrás (n=04), Cobal (n=07), Siderama 1 (n=13), Siderama 2 (n=22) e Siderama 3 (n=10), localizadas na Zona Sul da cidade de Manaus, onde se

observou que os perfis de solo tinham mais ou menos as mesmas características texturais, exceto o perfil de solo da voçoroca Petrobrás (ver cap. 6 e Anexo 4).

Essas amostras foram analisadas no Laboratório de Solos e Plantas da Embrapa de Manaus, seguindo o processo padrão para análise granulométrica, obedecendo as seguintes etapas: 1) secagem e desagregação; 2) quarteamento das amostras; 3) eliminação da matéria orgânica e 4) método para separar as frações finas e grosseiras. Os dados resultantes desse processo resultaram na construção de gráficos representativos de cada voçoroca, como se observa no capítulo 6 – item 6.3 e no Anexo 2.

5.6. Monitoramento de pluviômetros

Foram instalados dois pluviômetros para essa pesquisa, um na Zona Norte (Conj. Mundo Novo – Bairro da Cidade Nova) e outro na Zona Sul da Cidade de Manaus (na área onde se localiza a voçoroca Cobal - Distrito Industrial), onde acompanhamos o regime pluviométrico diário da cidade durante o período de 06 de janeiro de 1997 a 31 de janeiro de 1998.

A leitura desses pluviômetros foi realizada sempre antes das 07:00 h da manhã, no sentido de se evitar a perda de água pela evaporação. Os dados resultantes obtidos com esses pluviômetros foram comparados com os dados do Instituto de Meteorologia de Manaus – INMET (Zona Centro-Sul).

A partir dos dados dos três pluviômetros, fizemos uma análise a respeito das chuvas em Manaus, durante o período monitorado e comparamos com os últimos 10 anos. Desses dados, construímos gráficos e tabelas que melhor

representam esse ponto. Por fim, correlacionamos os dados de chuva com as características da área onde cada voçoroca se desenvolvia, no sentido de identificar o grau de influência da chuva no surgimento da incisão erosiva (ver cap. 6 - item 6.3).

Tendo os dados referentes aos totais diários, mensais e anuais, obtivemos as médias mensais e a média anual de cada estação pluviométrica, o que nos possibilitou cálculos da erosividade da chuva para Manaus, através da aplicação da equação de Fournier (1960, *apud* Nascimento, 1998) que é a seguinte:

$Elm = p^2 / P, \text{ onde:}$ <p> Elm = índice de erosividade média mensal (mm) P^2 = precipitação média mensal (mm) P = precipitação média anual </p>
--

5.7. Análise dos resultados

Com os dados de campo e laboratório, começamos a sistematização dos dados com a construção de gráficos, tabelas, construção de perfis (solo e topográfico) e organização de mapas, figuras e gravuras.

Essa sistematização culminou na construção dos capítulos que compõem este trabalho, sendo portanto o último, o capítulo 6 (Voçorocas urbanas de Manaus) o que melhor representa os resultados obtidos. Este último capítulo encontra-se dividido em três partes: 6.1. Cadastramento; 6.2. Distribuição espacial e 6.3. Monitoramento das voçorocas, que incluem monitoramento dos pluviômetros, descrição dos perfis de solo e análise granulométrica das amostras de solo. Este item encontra-se subdividido em item 6.3.1. Voçorocas que não receberam medidas de contenção e 6.3.2. Medidas de contenção adotadas nas voçorocas em Manaus.

Quarta Parte

Voçorocas urbanas de Manaus



Vista parcial da Voçoroca Mauzinho 4. Jul./1995.
Manaus (AM). (Foto do autor).

Capítulo 6: Voçorocas urbanas de Manaus

Introdução

Neste capítulo, trataremos dos resultados do trabalho que dividimos em 5 itens para melhor compreensão dos dados obtidos. No item 6.1 veremos o cadastramento das voçorocas existentes em Manaus.

Esse cadastramento pode ser dividido em duas 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 desta dissertação.

No item 6.2 veremos 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.

Em seguida (item 6.3), apresentaremos os resultados obtidos com o monitoramento de 5 voçorocas escolhidas para esse fim através da técnica denominada de "levantamento por ordenada", verificando também os parâmetros dimensionais (comprimento, largura e profundidade), o estágio de evolução (em franco crescimento, em vias de estagnar ou estagnada), sentido de evolução (N, S, E, W, NE, etc.), 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.

A análise granulométrica das amostras das áreas das voçorocas monitoradas e perfis de solo também encontra-se descrita neste item (6.3.)

O item 6.4 descreve as voçorocas que não receberam medidas de contenção. O item seguinte (6.5.) trata da existência de medidas de contenção adotadas nas voçorocas em Manaus.

Este último item, está dividido em três subitens para melhor compreensão dos resultados obtidos: 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.

6.1. 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, utilizando o conceito de voçoroca empregado neste trabalho (cap. 2, item 2.1) 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 (27 do 1º Cad. + 4 do 2º Cad.) 14 receberam ações e/ou obras de contenção impedindo a sua respectiva evolução. Atualmente, existem cadastradas 17 voçorocas em evolução, em Manaus.

Utilizando o modelo proposto por Oliveira et al. (1994) sobre o tipo da voçoroca e o modelo de Ireland et al. (1939, *apud* Bigarella & Mazuchowski, 1985) sobre forma (cap. 2, item 2.2), 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 apresentam-se quanto ao tipo na seguinte ordem: 6 integradas e 6 desconectadas.

Em geral, como apresentado no capítulo 2, item 2.2 deste trabalho, observa-se em Manaus que o surgimento da maioria das voçorocas está ligado exclusivamente ao escoamento superficial concentrado.

Devemos levar em consideração também que em ambientes como as cidades, os aparelhos urbanos nelas empregados favorecem por exemplo a formação

de fluxos superficiais concentrados, que na maioria dos casos são mais intensos que os observados em zonas rurais².

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.

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, principalmente em solo de textura argilosa a muito argilosa. Veremos um pouco mais detalhadamente, nos item 6.3 deste capítulo, informações sobre alcovas de regressão e fendas de contração.

Observou-se também que 41% das voçorocas trabalhadas apresentavam profundidades superiores a 12m e 59% apresentavam

² O termo *aparelhos urbanos* aqui empregado refere-se às modificações introduzidas pelo homem no espaço ocupado, como: vias pavimentadas, canais pluviais, sistemas de esgotos, guias, sarjetas, etc.

profundidades que variavam de 2 a 12m. A respeito da largura, 59% apresentavam largura superior a 12,1m e 41% apresentavam comprimento superior a 54m.

No geral, as voçorocas de Manaus apresentam em média um comprimento em torno de 50,5m e uma largura média de 25,2m. Em encostas côncavas, verifica-se os maiores valores em termos de profundidade com média de 13m; largura com cerca de 33m e comprimento em média de 58m. Ficando desta forma para as encostas convexas as menores médias, ou seja, comprimento médio de 52m, largura média de 28,4m e profundidade média em torno dos 11m (tabela 05).

VOÇOROCAS DE MANAUS (AM)								
Nº	TIPO	FORMA	ZONA	COMP	LARG	PROF	ENCOSTA	DECLI
001	Conectada	Composta	Sul	42m	5m	2,5m	Plana	2°
002	Integrada	Retangular	Sul	70m	30,5m	14,9m	Convexa	5°cab.
003	Conectada	Bulbiforme	Leste	80m	65	20	Côncava	36°
004	Conectada	Retangular	Leste	65m	32m	13m	Côncava	14°
005	Conectada	Retangular	Leste	74m	21m	11m	Côncava	19°
006	Conectada	Retangular	Leste	43m	36m	13m	Côncava	28°
007	Desconectada	Retangular	Leste	24m	11,5m	8m	Côncava	18°
008	Desconectada	Linear	Leste	47m	4m	2m	Plana	2°
009	Integrada	Retangular	Norte	40m	30m	17m	Convexa	42°
010	Conectada	Retangular	Norte	20m	10m	8m	Convexa	42°
011	Desconectada	Entreliça	Norte	36,1m	2m	2,8m	Convexa	42°
012	Desconectada	Entreliça	Norte	38m	20m	5,1m	Convexa	5°cab.
013	Desconectada	Retangular	Norte	19,8m	5m	3,8m	Convexa	5°cab.
014	Desconectada	Retangular	Centro-Oeste	35m	25m	11m	Convexa	39°
015	Integrada	Retangular	Sul	60m	38,5m	17m	Convexa	35°
016	Integrada	Retangular	Sul	115m	66m	18,7m	Convexa	40°
017	Integrada	Retangular	Sul	90m	57m	12m	Convexa	31°

Tabela 05 – Voçorocas em estágio de evolução em Manaus até 01/1998.

Em Manaus, observa-se que cerca de 59% das voçorocas desenvolvem-se em encostas do tipo convexa. 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.

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 apresentam 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.

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.

6.2. 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 & Meis (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.

Em termos de zonas, as voçorocas estão distribuídas na cidade de Manaus, conforme **tabela 06**. No Anexo 3, (p.196) encontra-se um mapa da cidade de Manaus com a localização das 17 voçorocas cadastradas (**Mapa 09**).

Distribuição das voçorocas em Manaus por Zonas		
Zonas	Quant.	%
Norte	5	30
Leste	6	35
Sul	5	30
Centro-Oeste	1	5
Centro-Sul	0	0
Oeste	0	0
Total	17	100%

Tabela 06

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 na **tabela 06**.

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 (**tabela 03**, p. 68).

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 ocupados pela grande massa de desempregados sem-teto.

Com exceção das áreas ocupadas pelas classes alta e média-alta, verificam-se algumas falhas na infra-estrutura urbana, principalmente no que diz respeito à captação 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 à retirada de cobertura vegetal em sua quase totalidade para ocupação, a qual ocorre também em encostas de declividade acentuada, etc.

Levando em consideração esses aspectos e as observações de campo, no que diz respeito ao tipo de ocupação e infra-estrutura, podemos afirmar que feições erosivas do tipo voçorocas tiveram, em Manaus, 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, Mauzinho 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 a 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 no início de ocupações populares (**foto 06**).

Podemos afirmar que as voçorocas em Manaus têm suas respectivas gênese 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. Nos itens seguintes,

veremos quais os fatores naturais mais atuantes na expansão das voçorocas monitoradas (n=05) em Manaus.



Foto 06 - Com a perda da cobertura vegetal, e com a abundância das chuvas, ocorreu um rápido processo de erosão generalizada, surgindo praticamente em toda a extensão deste terreno sulcos, ravinas e voçorocas. (Área de expansão do Conjunto Francisca Mendes – Cidade Nova / Manaus (AM), Fotografia tirada em novembro/1997). (Foto do autor).

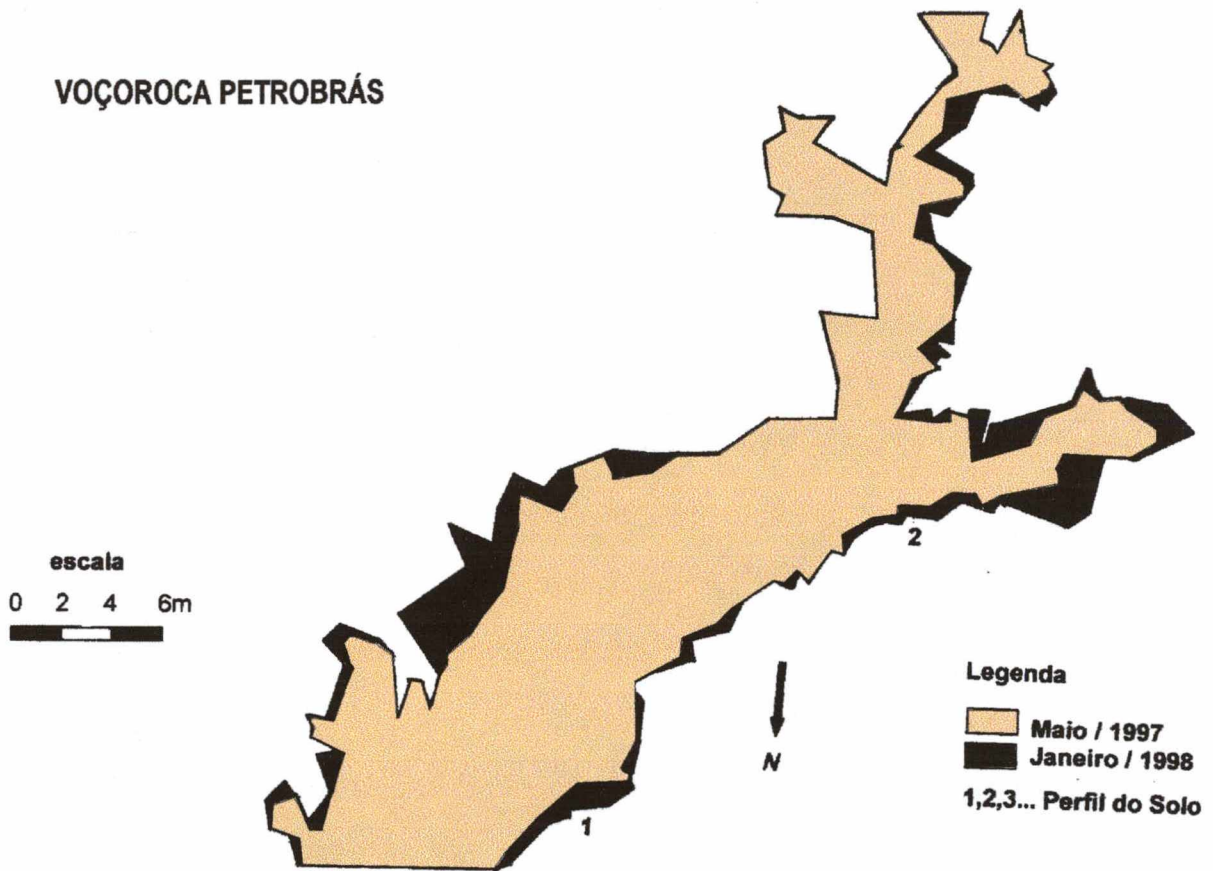
6.3. Monitoramento das voçorocas

Das várias técnicas de monitoramento de voçorocas (estaqueamento, pinos, poligonais planimétricas, etc.) optou-se neste trabalho pela técnica denominada vulgarmente de “espinha de peixe” a qual se assemelha na topografia, à técnica denominada de “levantamento por ordenada” (cap. 5, item 5.4, p. 80).

Como resultado da aplicação desta técnica, tem-se, segundo cada voçoroca, figuras geométricas variadas, as quais podem modificar-se com o tempo (**fig. 11, 13, 18, 19 e 26** a seguir).

A **Voçoroca Petrobrás** (**fig. 11 e foto 07**) tem apresentado a maior taxa de erosão em relação às demais monitoradas, possivelmente devido à grande proporção de areia existente na textura do terreno onde se desenvolve **gráfico 04** (ver também anexo 2, p. 166).

VOÇOROCA PETROBRÁS



Área erodida 315m²

Volume de material erodido até maio/1997: 525m³

Volume de material erodido de maio/1997 a janeiro/1998: 262,5m³

Volume total erodido até janeiro/1998: 787,5m³

Figura 11



Foto 07 - Voçoroca Petrobrás. Manaus – AM. Janeiro/1998. (Foto do autor).

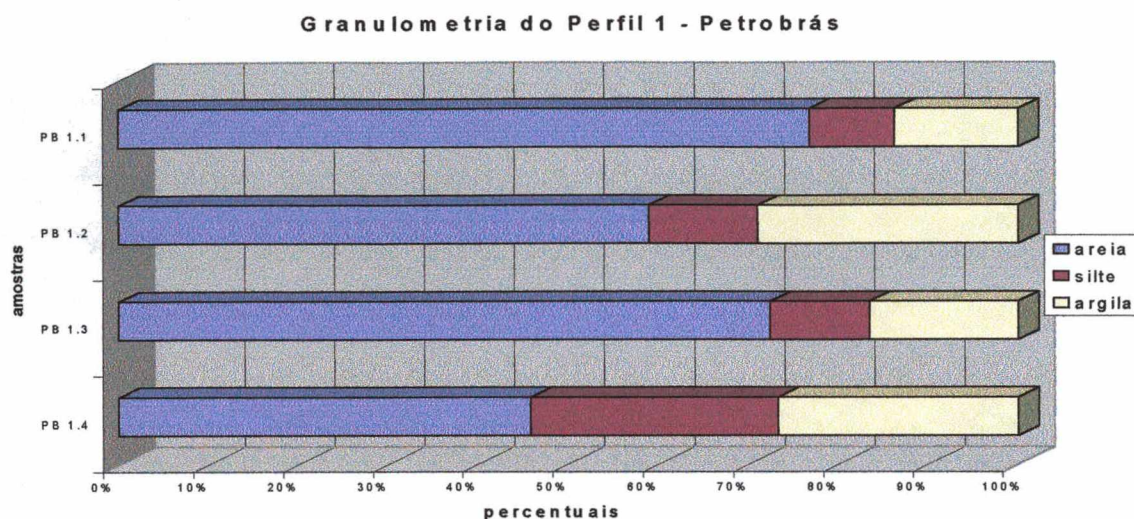


Gráfico 04

Em todo o perfil, a fração areia é predominante com percentual entre 45,84 a 76,76% estando a areia fina entre 3,80 a 18,01% e o percentual de areia grossa variando de 42,04 a 59,44% (tabela 07).

Granulometria do Perfil 1 – Petrobrás					
Amostras	Profundidade (cm)	Areia Grossa (%)	Areia Fina (%)	Silte (%)	Argila (%)
PB 1.1	128-135	59,44	17,32	9,49	13,75
PB 1.2	145-148	44,84	14,08	12,08	29
PB 1.3	148-170	54,35	18,01	11,09	16,55
PB 1.4	230-240	42,04	3,80	27,41	26,75

Tabela 07

Constatamos, também, que, no caso desta voçoroca, a declividade pouco influencia o seu desenvolvimento, assim como a espaçada vegetação não protege o terreno contra a ação das gotas de chuvas, exceto na cabeceira, onde a vegetação do tipo gramíneas e pequenos arbustos são mais abundantes (Anexo 3, p. 179).

Concluimos que os fatores mais influentes no desenvolvimento atual desta voçoroca são: o fator chuva e a granulometria do material que compõe o terreno onde se desenvolve, apresentando textura franco arenosa na camada mais superior, seguindo de textura arenosa, franco argilo arenosa, franco arenosa e franco argilo arenosa na camada mais inferior a 2,3m e 2,5m de profundidade (fig. 12) (ver também anexo 4, p. 218).

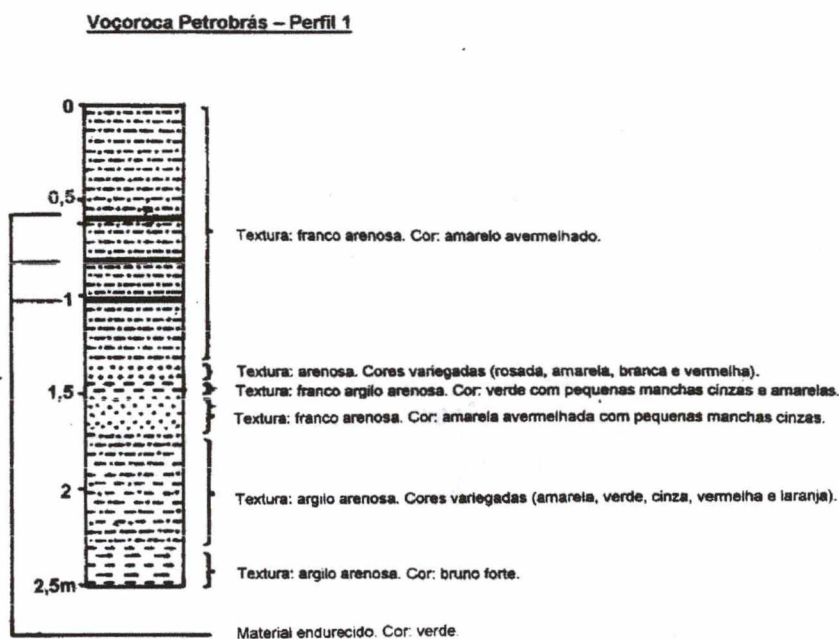


Figura 12

Devido à declividade, não se instalam grandes fluxos concentrados de água superficial, mas sim pequenos “cursos de água” que se formam principalmente nas bordas e são responsáveis pela desagregação e transporte do material, sendo portanto a borda o setor onde mais se expande a voçoroca.

Os *cursos* originados junto à borda da voçoroca, descendo pela parede e formando filetes verticais que encontram camadas mais resistentes (na altura de 0,58 a 0,80cm; 1m a 1,25m e 1,45m a 1,48m), não podendo erodi-la com maior facilidade,

vão formando pequenas alcovas (**foto 08**), as quais são responsáveis, em parte, pela expansão desta voçoroca.

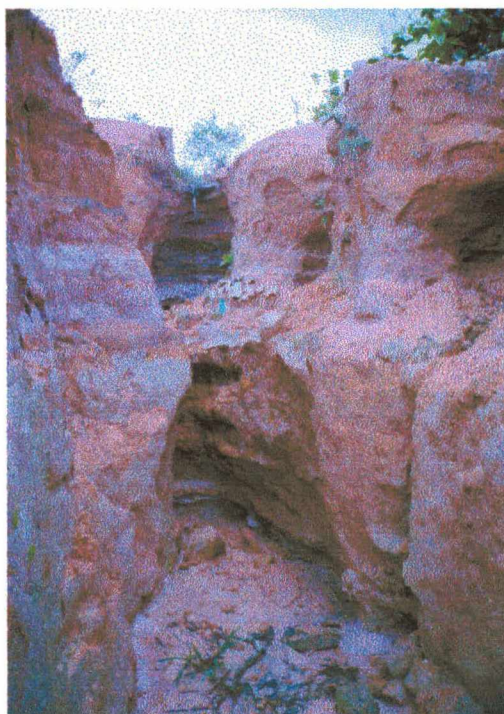
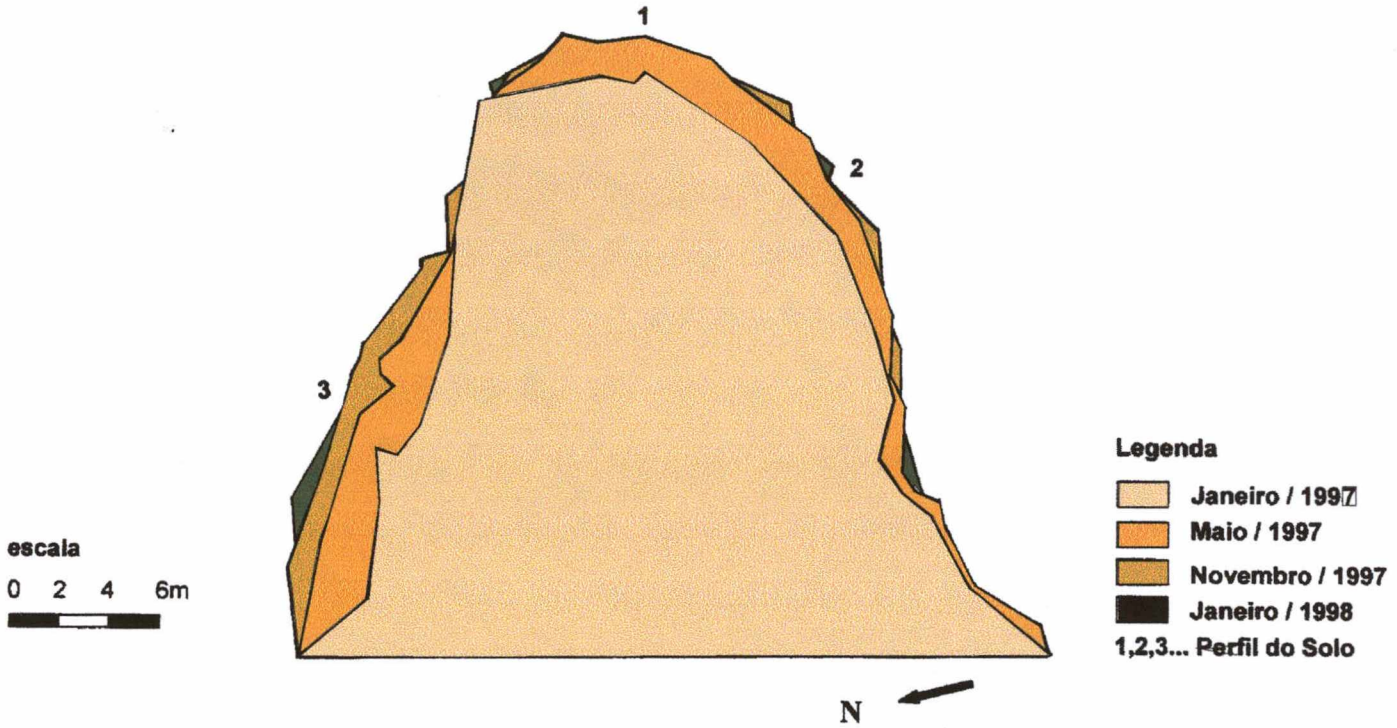


Foto 08 – Alcovas de regressão na parede da Voçoroca Petrobrás. Manaus – AM. Janeiro / 1998. (Foto do autor).

A **Voçoroca Cobal** localizada no Distrito Industrial – Zona Sul da cidade de Manaus - apresenta forma *retangular* expandindo-se no sentido W-E . Segundo monitoramentos efetuados no período de 06/01/97 a 09/01/98, esta voçoroca tende a evoluir mais rapidamente na cabeceira, apesar de apresentar evolução também nas laterais (**fig.13**).

VOÇOROCA COBAL



Área erodida: 793m²

Volume de material erodido até janeiro/1997: 7056m³

Volume de material erodido de janeiro/1997 a maio/1997: 1072,8m³

Volume de material erodido de maio/1997 a novembro/1997: 238,4m³

Volume de material erodido de novembro/1997 a janeiro/1998: 74,5m³

Volume total erodido até janeiro/1998: 8441,7m³

Figura 13

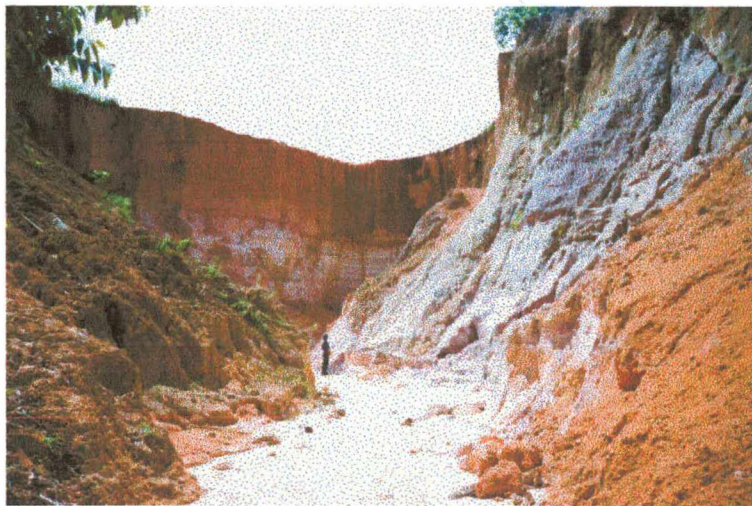


Foto 09 - Voçoroca Cobal. Manaus – AM. Maio/1997. (Foto do autor).

A afirmação de que esta tende a evoluir mais no sentido da cabeceira deve-se à existência de um canal pluvial que direciona as águas de escoamento superficial diretamente para a cabeceira da incisão.

Outra observação feita a respeito desta incisão é a análise granulométrica realizada nas amostras (n=07) coletadas no perfil 1 desta voçoroca, onde foram verificados os seguintes percentuais de areia, silte e argila, conforme **tabela 08** e **gráfico 05**.

Granulometria do Perfil 1 – Cobal					
Amostras	Profundidade (cm)	Areia Grossa (%)	Areia Fina (%)	Silte (%)	Argila (%)
CB 1.1	60-70	9,03	3,06	40,31	46,60
CB 1.2	630-640	40,89	10,39	18,62	30,10
CB 1.3	680-840	41,14	8,79	0,15	49,92
CB 1.4	840-1180	73,25	6,53	19,17	1,05
CB 1.5	1180-1250	53,19	20,29	22,12	0,40
CB 1.6	1250-1302	78,00	7,08	14,77	0,15
CB 1.7	1340-1430	34,35	10,24	55,28	0,13

Tabela 08

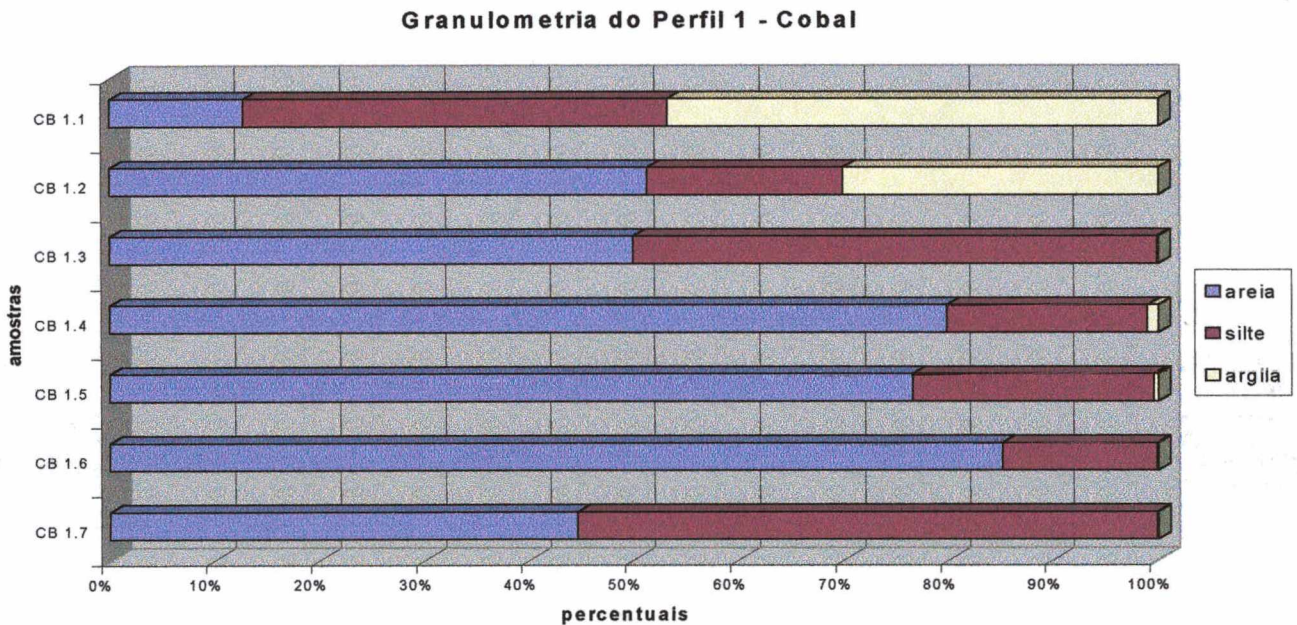


Gráfico 05

Observando os dados anteriores (tabela 08 e gráfico 05), a primeira vista, temos a impressão de que o perfil da voçoroca Cobal é constituído em sua maior parte de material arenoso (o percentual de areia grossa em relação à areia fina é sempre maior, mesmo nas amostras onde o percentual total de areia é menor que em relação aos percentuais de silte e argila). Porém, se observarmos a **figura 14**, veremos que até próximo aos 6 metros de profundidade, este perfil é constituído de material argiloso (o percentual de argila entre 6,80m a 14,3m não chega a 2%).

Essa camada superficial argilosa impermeabiliza o terreno, propiciando uma maior formação de escoamento superficial concentrado, que converge para o interior da voçoroca em forma de cascata e filetes verticais. Esse fluxos (cascata e/ou filetes) são responsáveis pela formação de alcovas de regressão na base da parede desta incisão, em virtude da composição granulométrica ser mais facilmente erodível (areia e silte).

Voçoroca Cobal – Perfil 1

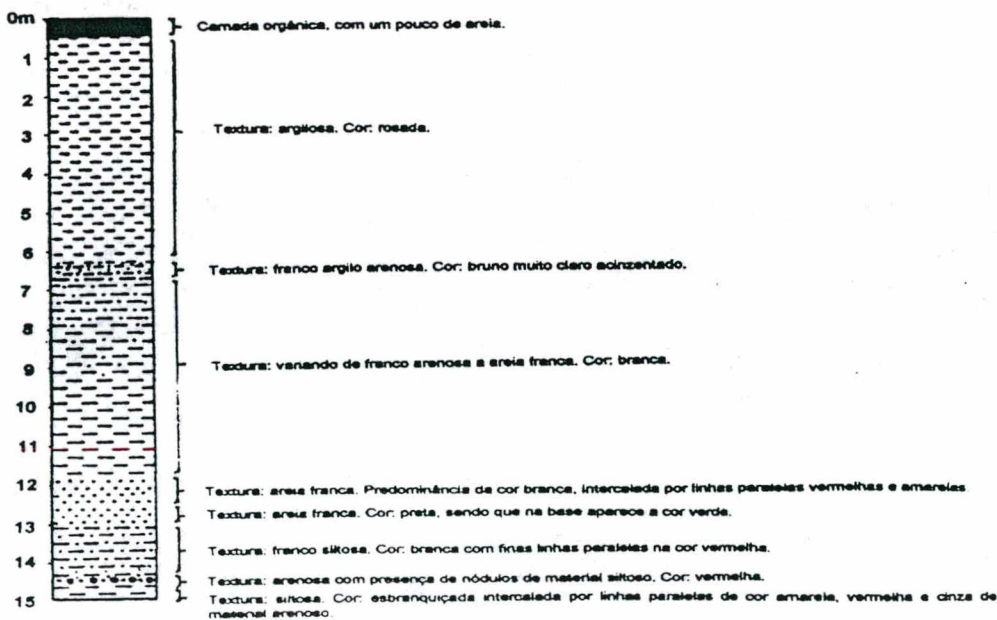


Figura 14

O volume de água direcionada para a cabeceira dessa voçoroca é responsável pela expansão desta incisão, com a conseqüente formação de alcovas de regressão. A existência de fendas nas bordas da parede da incisão nos períodos de estiagem promove, junto com as alcovas, a queda de pequenos e grandes blocos de material que compõem o terreno onde localiza-se a voçoroca.

A voçoroca Siderama 1, originária da retirada da cobertura vegetal com posterior processo de terraplanagem, apresenta forma *retangular* (fig. 18 e foto 10, p. 107). As modificações na área desta incisão proporcionaram a impermeabilização do terreno, que se apresenta com camada superficial argilosa atingindo cerca de 6 metros de profundidade (ver amostras SD 1.1, 2.1, 3.1 na tabela 09 e gráfico 06).

Granulometria do Perfil 1,2 e 3 – Siderama 1					
Amostras	Profundidade (cm)	Areia Grossa (%)	Areia Fina (%)	Silte (%)	Argila (%)
SD 1.1	0-10	9,24	5,34	27,37	58,05
SD 1.2	105-1125	71,35	11,19	15,86	1,60
SD 1.3	1125-1140	72,50	11,81	7,64	8,05
SD 1.4	1140-1265	68,25	16,20	15,30	0,25
SD 1.5	1265-1279	1,94	23,64	73,32	1,10
SD 1.6	1279-1453	69,91	12,24	16,50	1,35
SD 1.7	1453-1455	0,54	0,43	97,28	0,43
SD 2.1	0-10	10,44	4,59	23,67	61,30
SD 2.2	1410-1421	21,79	9,88	50,33	18,00
SD 2.3	1421-1530	42,18	19,11	17,41	21,30
SD 2.4	1530-1700	65,96	13,32	18,27	2,45
SD 3.1	0-10	9,12	4,29	30,24	56,35
SD 3.2	1050-1270	9,47	17,20	55,13	18,20

Tabela 09

No início, essa impermeabilização fez (e continua a fazer) com que a água precipitada e não infiltrada, corresse pelo terreno até a encosta de declividade em torno dos 35 °, proporcionando o início da erosão acelerada.

Granulometria dos Perfis 1,2 e 3 - Siderama 1

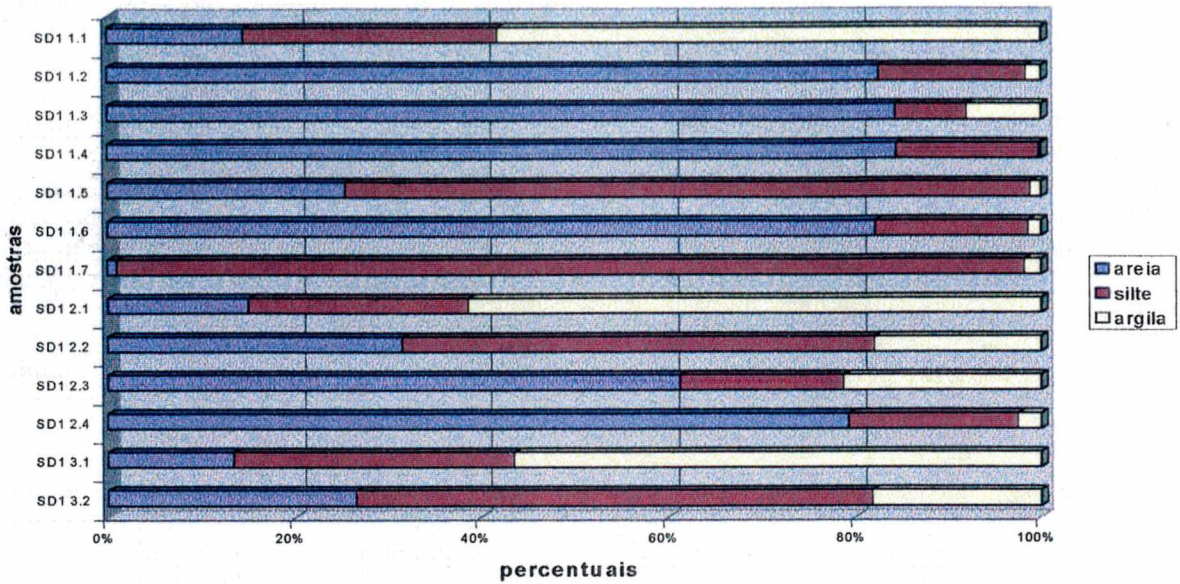


Gráfico 06

Analisando os perfis trabalhados nesta incisão erosiva, percebemos que esta apresenta uma textura *argilosa* (alcançando 61,39% de argila) na camada superficial de cor *bruno muito claro acinzentado*, e na camada mais inferior (fig. 15, 16 e 17) a textura passa a ter uma variação de *franco siltosa*, *areia franca* a *arenosa*³ (Anexo 2, p. 168 a 170).

Vocoroca Siderama 1 – Perfil 1

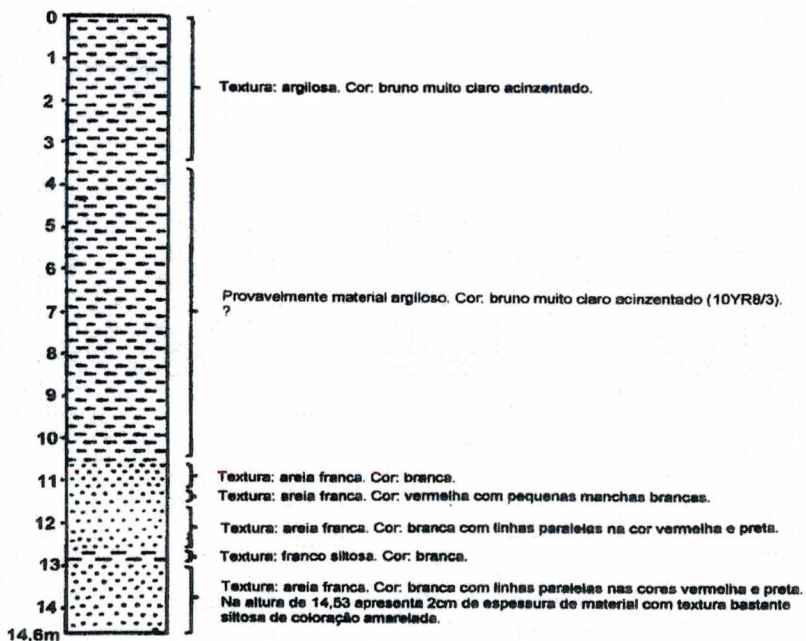


Figura 15

³ É nesta última camada, que surgem as alcovas de regressão.

Vocoroca Siderama 1 – Perfil 2

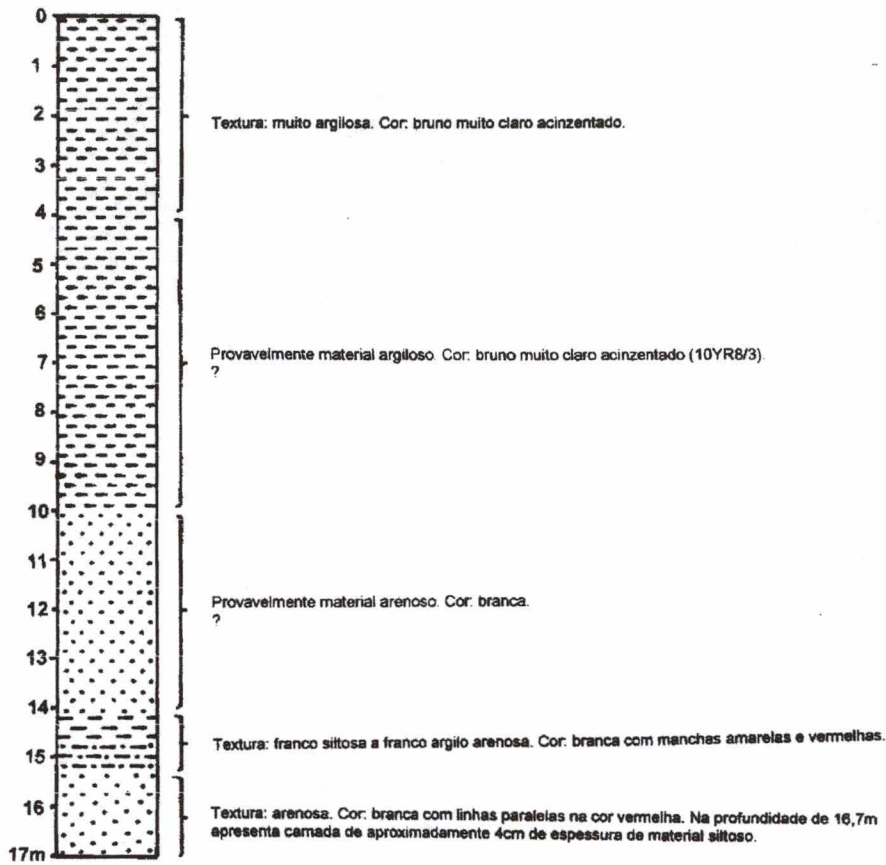


Figura 16

Vocoroca Siderama 1 – Perfil 3

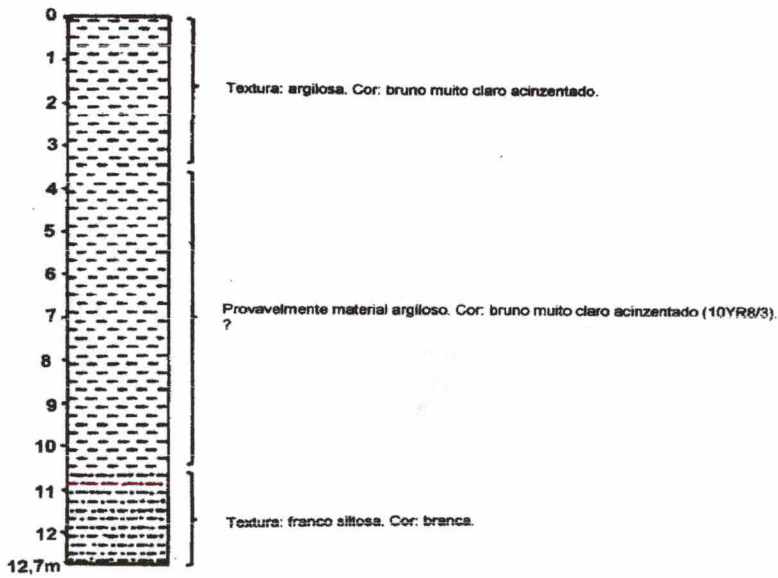
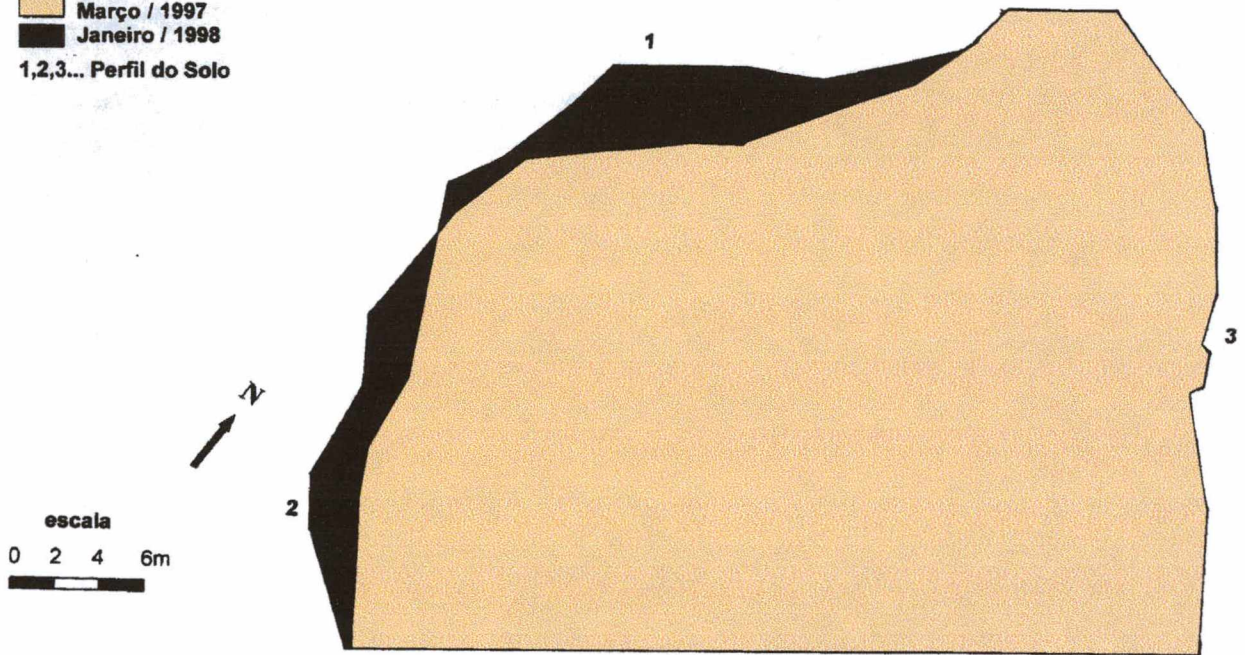


Figura 17

VOÇOROCA SIDERAMA 1

Legenda

- Março / 1997
- Janeiro / 1998
- 1,2,3... Perfil do Solo



Área erodida: 1.058,75m²

Volume de material erodido até março/1997: 1.5504m³

Volume de material erodido de março/1997 a janeiro/1998: 2.494,75m³

Volume total erodido até janeiro/1998: 17.998,75m³

Figura 18



Foto 10 - Voçoroca Siderama 1. Manaus - AM. Março/1998. (Foto do autor).

Pelos valores expostos na página anterior, a área monitorada corresponde a cerca de 1.058 m² e aproximadamente 17.998,75 m³ de material erodido.

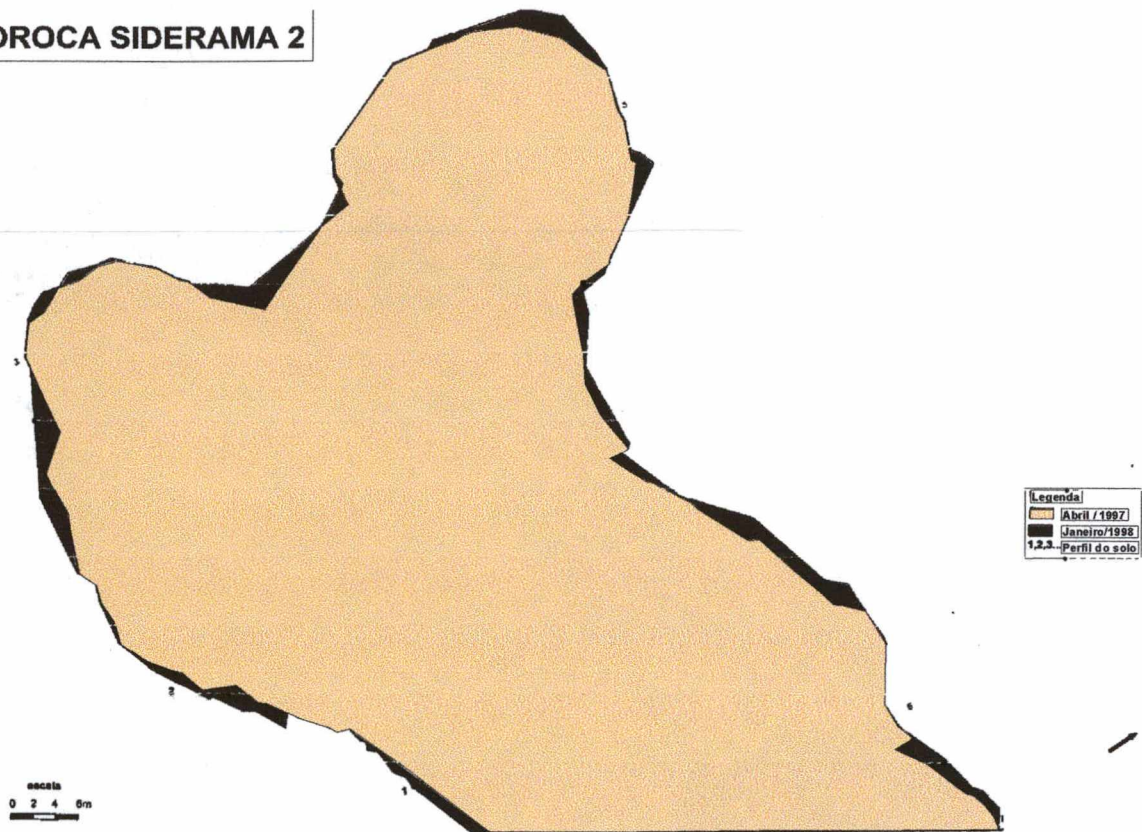
Possivelmente, esta incisão passou pelos estágios de sulcos e ravinas até atingir a configuração atual de voçoroca, com cerca de 60m de comprimento, com 17m de profundidade e 38,5m de largura, o que corresponde a um total de cerca de 39.279 m³ de material erodido e 2.310 m² de área destruída .

A **Voçoroca Siderama 2** apresenta forma *retangular*, originada, assim como a voçoroca Siderama 1, pela retirada da cobertura vegetal com posterior processo de terraplanagem (**fig. 19 e foto 11**). O local onde esta incisão se localiza apresenta área de contribuição de cerca de 2.268m². Essa área é pequena se comparada com a área ocupada pela voçoroca, que é de aproximadamente 7.590m², ou seja, quase 4 vezes menor.

A camada superficial do solo onde esta voçoroca se desenvolve apresenta as seguintes variações: muito argilosa, argilosa, franco argilosa e franco siltosa (o percentual de argila chega a atingir 58,40%). Na camada mais inferior, (próximo ao contato com fundo chato da voçoroca) a textura varia de franco argilo arenosa, argilo arenosa, siltosa, franco siltosa, areia franca, franco arenosa e arenosa.

Em algumas amostras, o percentual total de areia (areia grossa + areia fina) passa dos 70% (**tabela 10 e gráfico 07**) (Anexo 2, p. 171 a 174).

VOÇOROCA SIDERAMA 2



Área erodida: 5016m²

Volume de material erodido até abril/1997: 92378m³

Volume de material erodido de abril/1997 a janeiro/1998: 1421,2m³

Volume total erodido até janeiro/1998: 93799,2m³

Figura 19



Foto 11 - Voçoroca Siderama 2. Manaus – AM. Abril/1997. (Foto do autor).

Granulometria do Perfil 1,2,3,4,5 e 6 – Siderama 2					
Amostras	Profundidade (cm)	Areia Grossa (%)	Areia Fina (%)	Silte (%)	Argila (%)
SD2 1.1	0-10	12,03	5,81	23,76	58,40
SD2 1.2	670-785	53,18	10,70	17,12	19,00
SD2 1.3	785-825	21,77	8,89	35,44	33,90
SD2 1.4	825-900	53,49	17,89	20,25	8,40
SD2 1.5	900-1000	41,53	18,52	38,65	1,30
SD2 2.1	0-10	14,79	6,11	26,60	52,50
SD2 3.1	0-10	18,11	5,63	59,78	10,85
SD2 3.2	1080-1135	57,60	14,34	27,66	0,40
SD2 3.3	1137-1150	63,61	15,51	20,78	0,10
SD2 3.4	1154-1240	63,22	14,55	22,08	0,15
SD2 3.5	1240-1270	64,58	25,99	9,38	0,05
SD2 4.1	0-10	21,80	12,02	27,08	39,10
SD2 4.2	705-765	53,29	14,57	24,34	7,80
SD2 4.3	765-790	11,71	6,41	72,03	9,85
SD2 4.4	820-935	46,84	17,00	34,41	1,75
SD2 5.1	0-10	15,55	17,02	39,08	28,35
SD2 5.2	770-814	45,47	15,69	15,29	23,55
SD2 5.3	950-980	36,45	16,85	36,50	10,20
SD2 6.1	0-10	15,55	17,02	39,08	28,35
SD2 6.2	777-1000	45,31	17,46	19,43	17,80

Tabela 10

Granulometria do Perfil 1,2,3,4,5 e 6 - Siderama 2

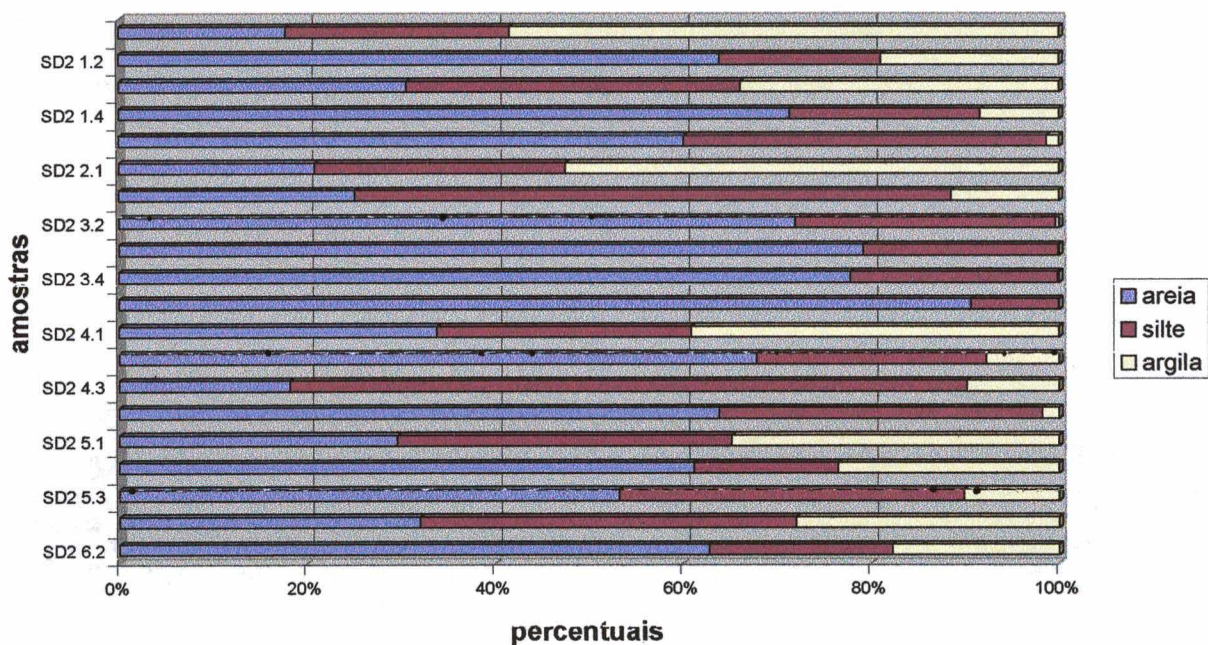


Gráfico 07

Os perfis de solo desta voçoroca (figuras 20, 21, 22, 23, 24 e 25) apresentam, assim como os perfis das voçorocas Cobal e Siderama 1, algumas características físicas semelhantes, ou seja, uma camada superior de material de textura argilosa, muito embora encontremos em algumas amostras (SD2 3.1, SD2 5.1 e SD2 6.1) características texturais do tipo *franco siltosa e franco argilosa*.

A camada inferior situada entre 9 e 12,70m apresenta características texturais variando deste *franco arenosa* (percentual de argila atingindo no máximo 19%) a *arenosa* (com percentual de areia em torno dos 91%). Nessas camadas mais arenosas costumam surgir as já citadas alcovas de regressão. Essas alcovas têm seus respectivos surgimentos ligados principalmente ao escoamento superficial vertical, ou filetes verticais, como denomina Oliveira & Nascimento (1996).

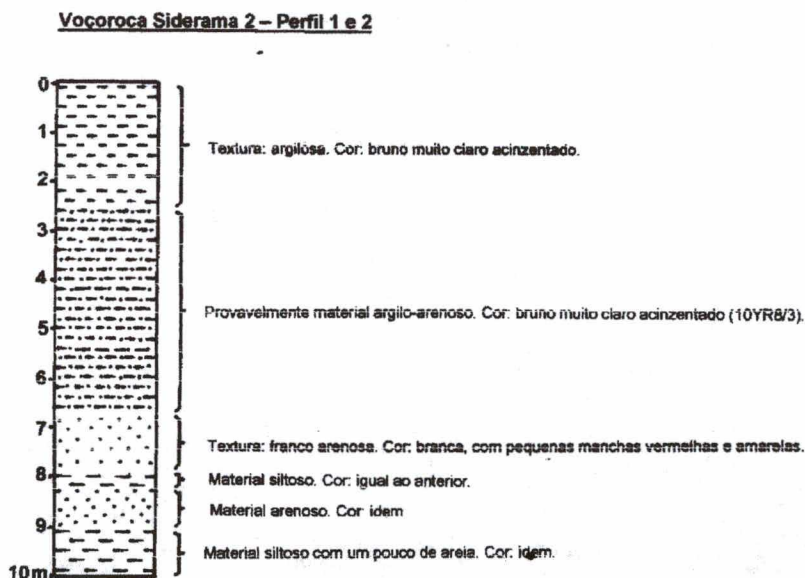


Figura 20

Vocoroca Siderama 2 – Perfil 3

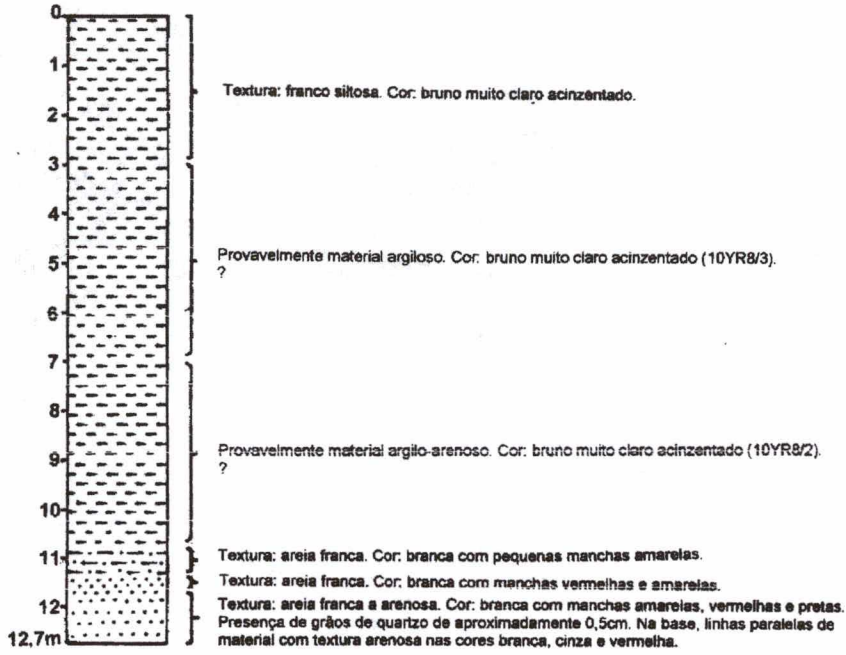


Figura 21

Vocoroca Siderama 2 – Perfil 4

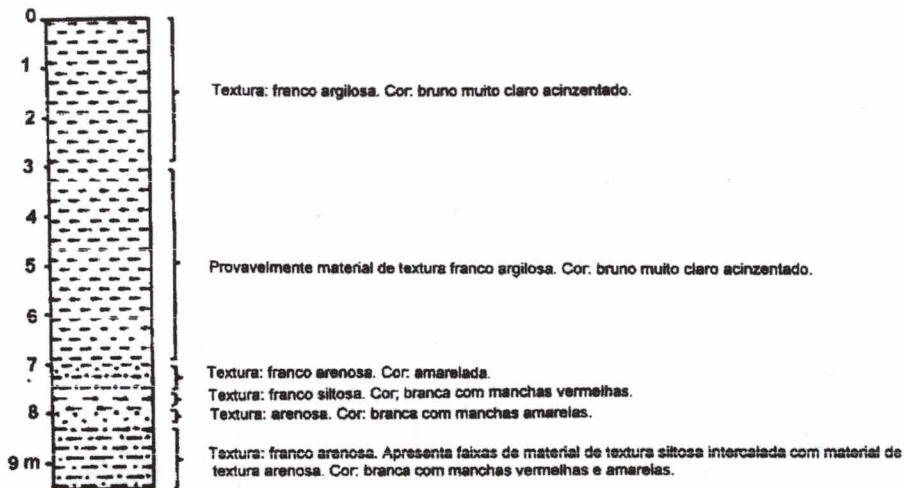


Figura 22

Vocoroca Siderama 2 – Perfil 5

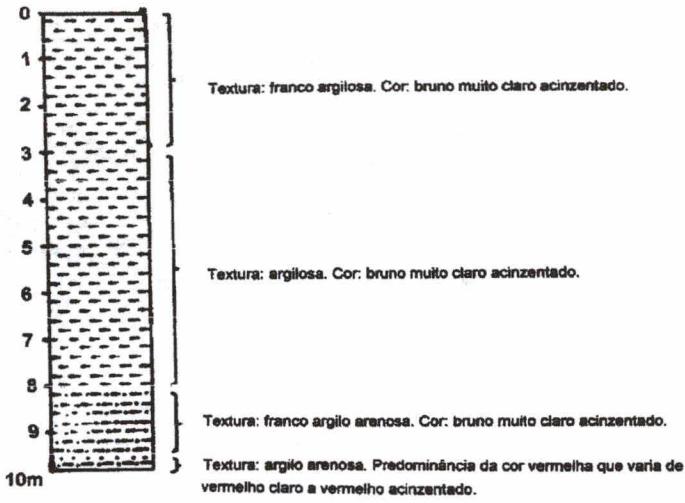


Figura 23

Vocoroca Siderama 2 – Perfil 6

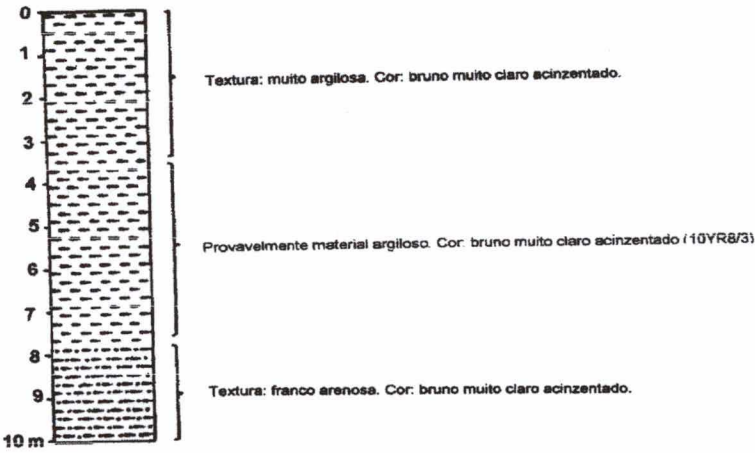


Figura 24

Vocoroca Siderama 2 – Perfil 7

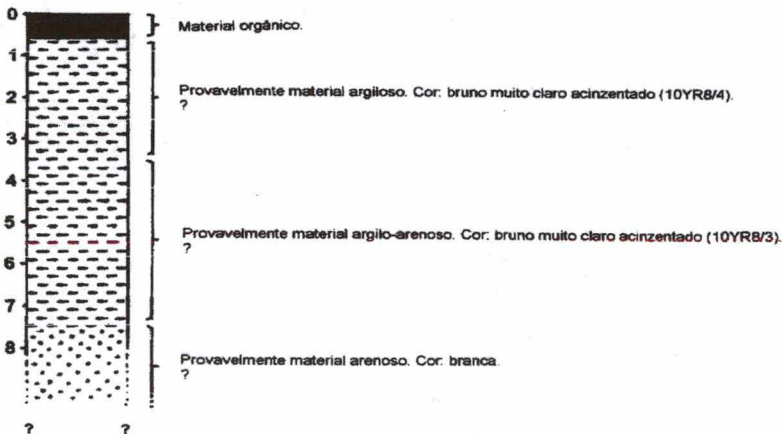


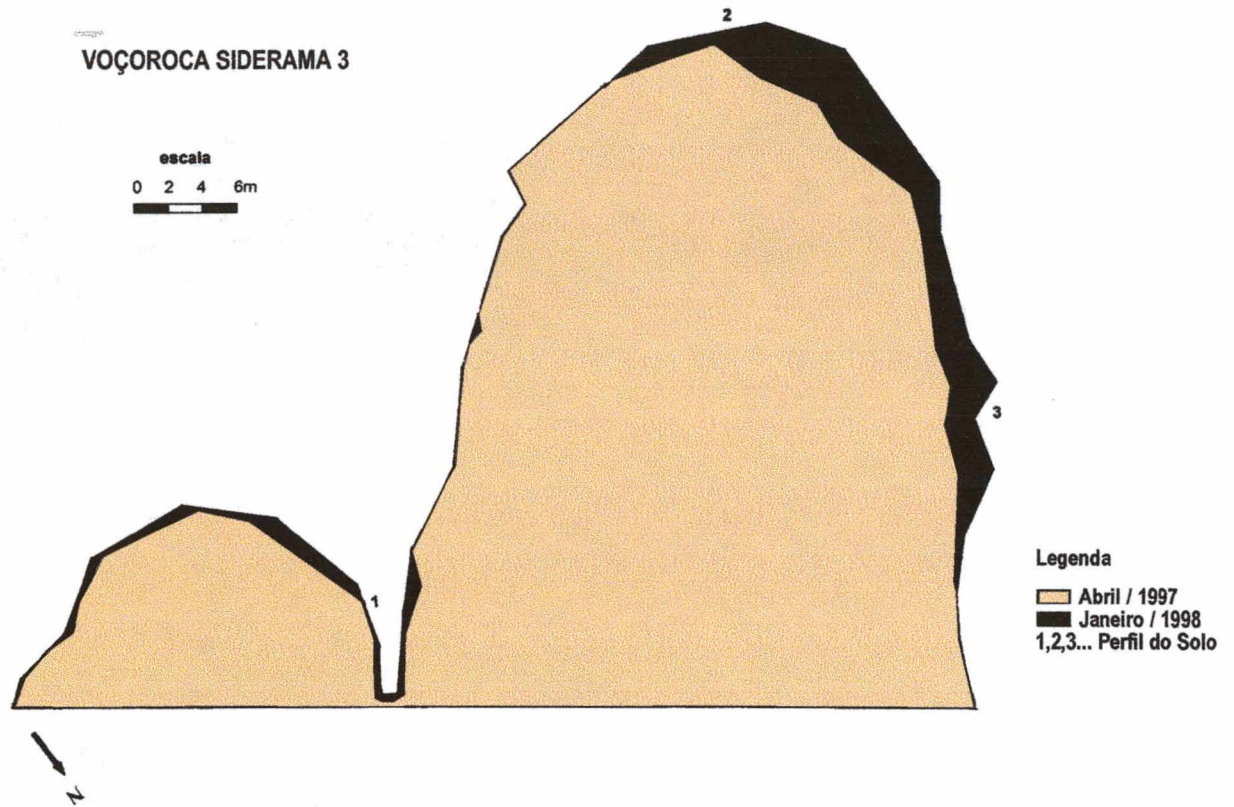
Figura 25

A **Voçoroca Siderama 3** de forma *retangular* atinge uma área de cerca de 5.130m^2 dos quais somente 1.832m^2 foram monitorados, o que corresponde somente à cabeceira (**figura 26 e foto 12**). Em termos de volume, o total erodido até janeiro/1998 era da ordem de 21.984m^3 de material.

Não se observa grande diferença, em termos de granulometria, dos materiais que compõem o terreno onde se desenvolve essa incisão (**tabela 11 e gráfico 08**). Em relação à granulometria das amostras coletadas nos perfis 1, 2 e 3 observamos que a camada superior apresenta textura argilosa e a camada mais inferior (no contato com o fundo chato da voçoroca) apresenta textura arenosa a siltosa (**figuras 27, 28 e 29**).

As voçorocas Siderama 1, 2 e 3 desenvolvem-se sobre o mesmo terreno, estando portanto 80m (em média) distantes uma das outras. A cabeceira onde a Voçoroca Siderama 3 se desenvolve, apresenta-se praticamente sem cobertura vegetal (constituída apenas de pequenos arbustos) e com declividade em torno de 3° .

Devido a essa declividade na cabeceira, não se formam maiores fluxos de água superficial concentrada, estando a evolução desta voçoroca ligada à existência de fendas e alcovas de regressão que propiciam o desabamento de pequenos e grandes blocos do material da parede da voçoroca .



Área erodida: 1832m²

Volume de material erodido até abril/1997: 20736m³

Volume de material erodido de abril/1997 a janeiro/1998: 1248m³

Volume total erodido até janeiro/1998: 21984m³

Figura 26



Foto 12 - Voçoroca Siderama 3. Manaus – AM. Abril/1997. (Foto do autor).

Vocoroca Siderama 3 – Perfil 1

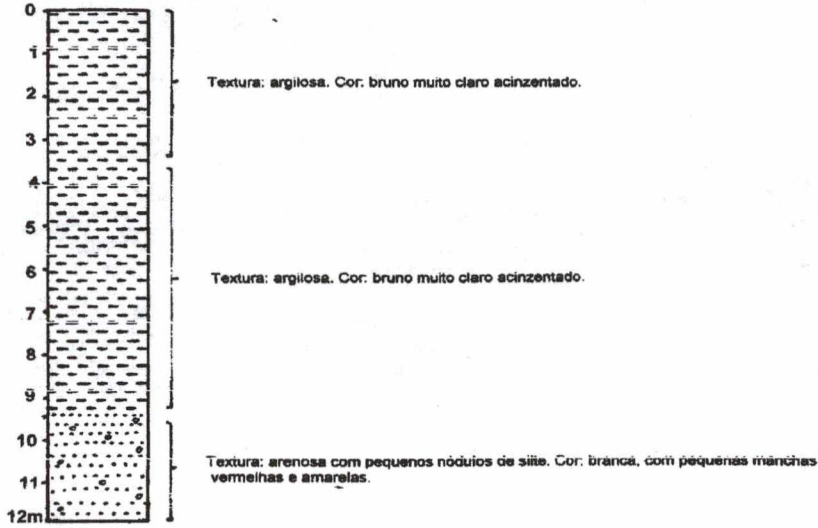


Figura 27

Vocoroca Siderama 3 – Perfil 2

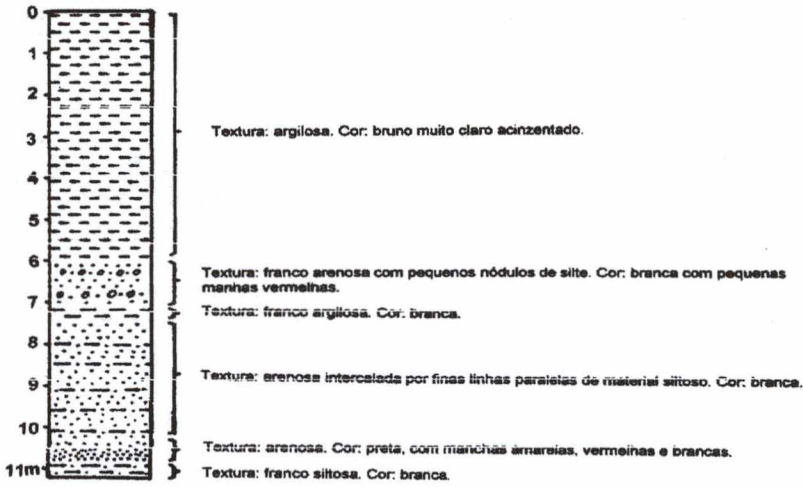


Figura 28

Vocoroca Siderama 3 – Perfil 3

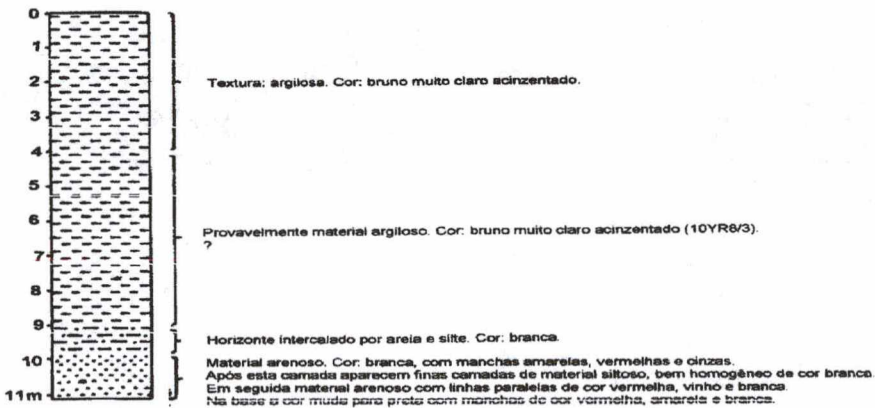


Figura 29

Granulometria dos Perfis 1,2 e 3 – Siderama 3					
Amostras	Profundidade (cm)	Areia Grossa (%)	Areia Fina (%)	Silte (%)	Argila (%)
SD3 1.1	0-30	18,11	7,80	17,44	56,65
SD3 2.1	596-706	65,05	11,42	9,93	11,42
SD3 2.2	706-741	23,96	16,80	27,24	32,00
SD3 2.3	1083-1122	9,45	10,40	78,45	1,70
SD3 3.1	0-10	18,11	7,80	17,44	56,65
SD3 3.2	904-985	46,56	14,74	35,50	3,20
SD3 3.3	985-1009	69,76	14,65	13,04	2,55
SD3 3.4	1009-1018	24,89	42,23	31,08	1,80
SD3 3.5	1018-1100	77,93	13,64	6,58	1,85
SD3 3.6	1100-1110	77,63	15,13	5,79	1,45

Tabela 11

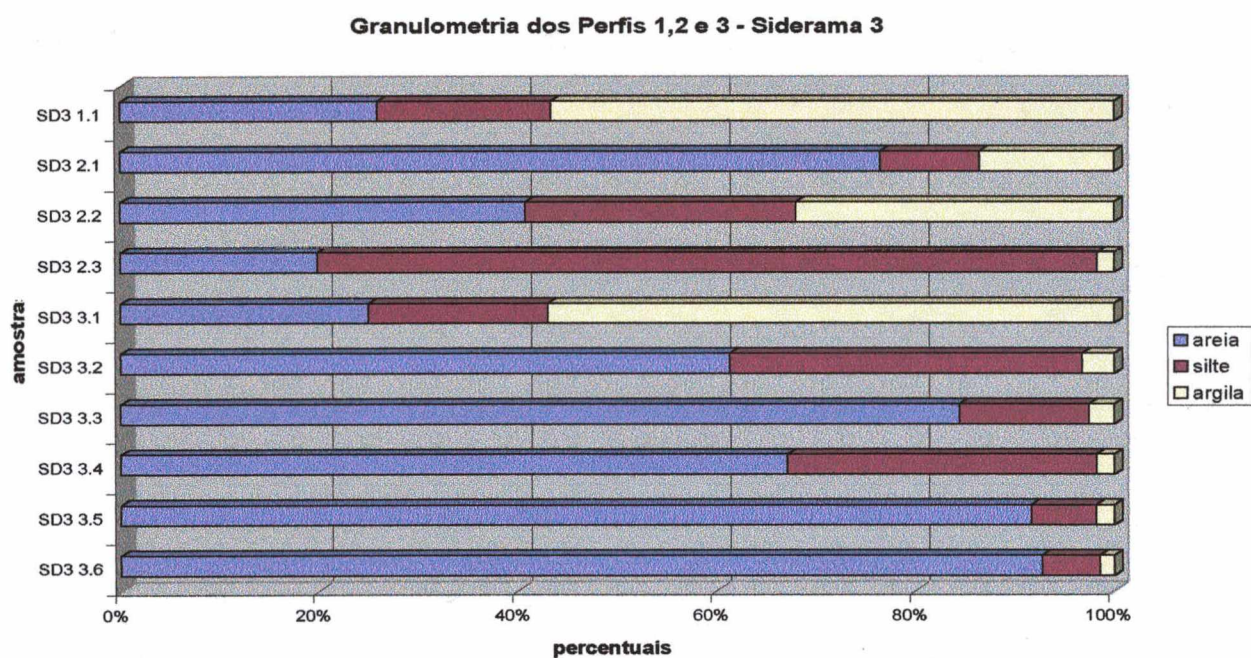


Gráfico 08

A área das cabeceiras das 5 voçorocas monitoradas (Petrobrás, Cobal, Siderama 1, 2 e 3) apresenta-se relativamente plana, com média de 3° de declividade. No entanto, o “corpo” das voçorocas Cobal, Siderama 1, 2 e 3 encontra-se em encostas com média de declividade em torno de 35°. Constatamos que essa declividade foi responsável, no início, por um rápido crescimento e que depois, ao atingir um terreno relativamente plano, o crescimento passou a ser de forma mais lenta.

Com os dados apresentados até o momento sobre a granulometria dos materiais coletados nas voçorocas Cobal, Siderama 1, 2 e 3, observou-se que estas incisões apresentam semelhança entre si quanto às características texturais (ver também Anexo 2). Se levarmos em consideração somente os horizontes mais expressivos, temos uma configuração de um perfil representativo do solo dessas 4 voçorocas descrita da seguinte maneira (**figura 30**).

Analisando o perfil a seguir, observa-se que a camada superior de 0 a 6m é constituída de material argiloso, o que de certa forma promove uma relativa estabilização, ou seja, uma maior resistência da ação dos pingos da chuva, muito embora nos períodos secos do ano de 1997 (julho, agosto e setembro) nesta camada tenham-se formado inúmeras rachaduras que, após os eventos chuvosos, foram responsáveis pela expansão destas voçorocas.

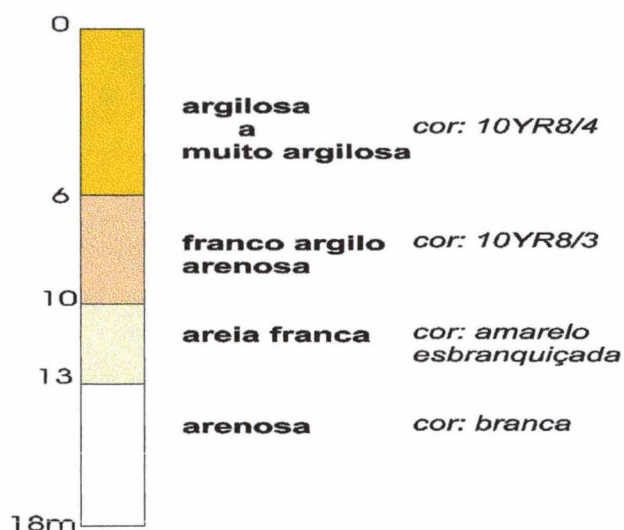


Figura 30 – Perfil do solo, representativo das voçorocas Cobal, Siderama 1, 2 e 3.

Na construção do perfil representativo das voçorocas Cobal, Siderama 1, Siderama 2 e Siderama 3 levou-se em consideração somente as camadas mais expressivas, não sendo aqui descritas aquelas finas camadas constituídas de

material siltoso que alcançam em alguns casos 3cm de espessura, nem as camadas de coloração vermelha que variam de 0,5cm a 3cm de espessura constituída neste caso de material bastante arenoso. A seguir observa-se o perfil de cada voçoroca monitorada.

A partir dos valores aqui apresentados sobre volume erodido das voçorocas Petrobrás, Cobal, Siderama 1, Siderama 2 e Siderama 3, observou-se um aumento de cada uma em relação ao primeiro e ao último monitoramento na ordem de 33.33% , 16.41% , 13.86% , 1.51% e 5.67% respectivamente (**tabela 12**).

Demonstrativo da evolução das voçorocas monitoradas				
Voçorocas	1º Monitoramento a	Último Monitoramento b	b - a = c c	$\frac{c \cdot 100}{b}$
Petrobrás	523m ³	787,5m ³	262,5m ³	33,33 %
Cobal	7056m ³	8441,7m ³	1385,7m ³	16,41 %
Siderama 1	15.504m ³	17.998,75m ³	2.494,75m ³	13,86 %
Siderama 2	92.378m ³	93.799,2m ³	1421,2m ³	1,51 %
Siderama 3	20.736m ³	21.984m ³	1248m ³	5,67 %

Tabela 12

Esses dados, confrontados com os outros já levantados como: declividade do terreno, cobertura vegetal, granulometria do materiais existentes em cada local onde se desenvolvem as voçorocas monitoradas e os dados pluviométricos do ano do monitoramento (jan./1997 a jan./1998) possibilitaram algumas análises a respeito das voçorocas.

Todas as voçorocas monitoradas (n=5) e a maior parte do restante das voçorocas em evolução aqui trabalhadas (n=12) apresentam crostas em sua cabeceira ou próximo a estas, o que de certa forma possibilita a formação de fluxos superficiais que convergem para o interior destas.

Observou-se, também, que nos meses mais secos de 1997 (julho, agosto e setembro), em Manaus, a camada superficial onde se desenvolvem essas 4

voçorocas apresentava rachaduras que chegavam a ter 7cm de largura e algumas mais de 3m de comprimento.

Não foi possível verificar a profundidade destas rachaduras em virtude da sinuosidade das mesmas, a não ser as rachaduras próximas às cabeceiras que chegam a ter em alguns casos mais de 3 metros (**foto 13**).



Foto 13 – Fenda na borda da Voçoroca Siderama 2. Manaus - AM. Agosto/1997.
(Foto do autor).

Os vazios existentes nas muitas rachaduras que apareceram próximas às cabeceiras das voçorocas nos meses mais secos, foram novamente preenchidos, após alguns eventos chuvosos ocorridos nos meses seguintes (outubro e novembro), ao contrário das rachaduras nas paredes das voçorocas que, no final de chuvas fortes, acabaram por possibilitar a queda de pequenos e grandes blocos de material.

Conclui-se, a respeito dessas 4 voçorocas, que os dois fatores preponderantes (textura do solo e declividade do terreno) e causadores de sua expansão atualmente se relacionam com o papel desempenhado pelas fortes e abundantes chuvas da região.

Outro fator deve-se aos processos relacionados às feições erosivas, como: alcovas de regressão que variam de 0,5m a pouco mais de 3m de altura e que

são, no caso das voçorocas Cobal e Siderama 2, responsáveis em parte pela suas respectivas evoluções, assim como a existência de fendas nas bordas das voçorocas, as quais são também em parte responsáveis, juntamente com as chuvas, pela queda de pequenos e grandes blocos (alguns podem pesar até mais de 6,7 ton.).

Esse valor foi obtido a partir das dimensões de alguns blocos que apresentavam largura de 1,5m, espessura de 1,5m e comprimento de 3m. Aplicando um simples cálculo matemático ($1.5 \times 1.5 \times 3 = 6.75\text{m}^3$) obtêm-se o volume. Transformando-se $6,75\text{m}^3$ em kg tem-se o valor de 6.750kg ou seja, mais de 6,7 ton.⁴.

Devemos atentar para o fato de que, das 31 voçorocas relacionadas neste trabalho (Anexo 1), somente uma teve sua gênese ligada a processo natural, o restante teve de alguma forma influência antrópica.

Das 05 voçorocas monitoradas somente a voçoroca Cobal teve sua origem ligada à canalização das águas pluviais das vias pavimentadas. Esta incisão erosiva apresenta uma área de contribuição de cerca de 5.653m^2 , com pista asfaltada e canaletas que convergem para dentro da área ocupada pela voçoroca.

As voçorocas Siderama 1, 2 e 3 tiveram suas respectivas gêneses ligadas ao processo de retirada da cobertura vegetal com posterior terraplanagem. Isso possibilitou, no início, acúmulo de água da chuva que acabou convergindo para a encosta, formando essas 03 voçorocas.

Hoje, no entanto, a área de contribuição destas diminuiu, consideravelmente, com exceção da área de contribuição da voçoroca Siderama 2 que é de cerca de 2.268m^2 ; pequena, se comparada com a área ocupada por essa voçoroca que é de cerca de 7.600m^2 .

⁴ Embora saibamos que nem sempre 1m^3 é igual a 1000kg (esse valor depende da densidade aparente de cada material) estipulamos essa cifra para podermos ter um parâmetro aproximado do peso de cada bloco.

A maior parte das voçorocas está ligada, na sua gênese, à ação antrópica e atualmente sua evolução segue processos naturais (erosividade da chuva, erodibilidade do solo, características da encosta e feições erosivas, como: fendas e alcovas de regressão) e fatores antrópicos (canalização de águas pluviais e servidas, retirada da cobertura vegetal e processos de terraplanagem).

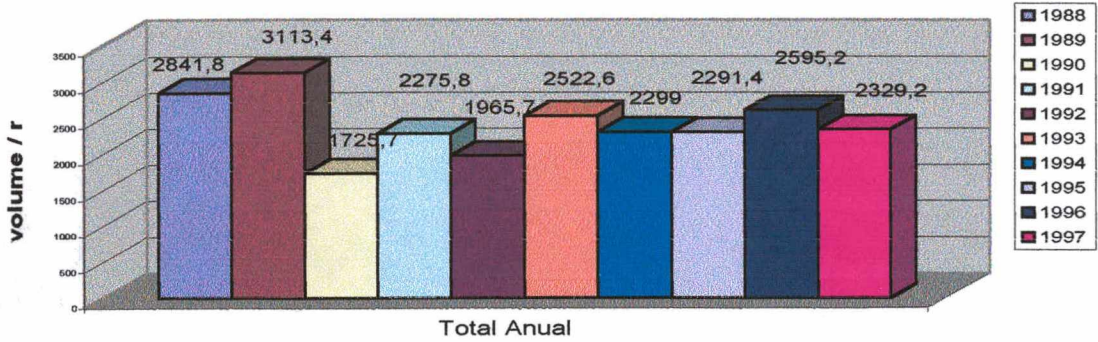
A chuva aparece como o grande agente causador e acelerador dos processos erosivos. No entanto, em se tratando de dados pluviométricos, devemos ter uma certa cautela, uma vez que neste trabalho foram levados em consideração somente os valores totais de chuva durante o dia, os totais mensais e o total anual.

Isso ocorreu em virtude da falta de equipamento adequado (pluviógrafo) e também da impossibilidade de se fazer um monitoramento de cada chuva intensa, de cada uma das voçorocas escolhidas para esse fim ($n=05$), em virtude de estas estarem localizadas em áreas federais, necessitando de autorização prévia para a entrada no terreno onde cada uma se desenvolve.

Com o monitoramento feito após cada chuva intensa, poderíamos estimar, que a cada chuva de intensidade X , a(s) voçoroca(s) apresentaria(m) crescimento Y . Porém, como isso não foi possível, levantamos algumas hipóteses com os dados de chuva mensal e sazonal, a esse respeito (total mensal e sazonal X crescimento da voçoroca).

Em primeiro lugar, o ano em que foi realizada esta pesquisa (1997) não foi considerado seco, se levarmos em consideração os anos passados (**gráfico 09**).

Dados Pluviométricos de 1988 a 1997

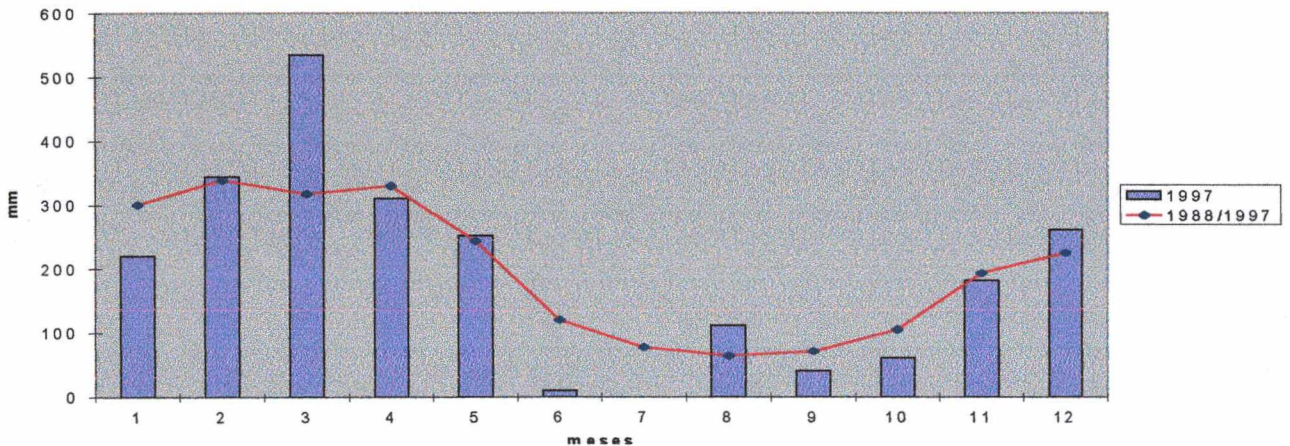


Fonte: INMET – Manaus/1900-1997
 Organizador: Antonio Fábio Guimarães Vieira

Gráfico 09 - Dados pluviométricos do período de 1988 a 1997 da Estação INMET - Manaus/ – AM.

No ano de 1997, em Manaus, nos meses de março e agosto, choveu mais que nos mesmos meses (março e agosto) dos anos anteriores até 1988 (gráfico 10). Dos 10 últimos anos monitorados pelo INMET, os anos de 1988, 1989 e 1996 foram os mais chuvosos com um total de 2.841,8 mm, 3.113,4 mm e 2.595,2 mm respectivamente. Os anos mais secos foram 1990, 1991 e 1992 onde os totais anuais foram 1.725,7mm, 2.275,8mm e 1.965,7mm assim distribuídos, como se observou no gráfico 09.

Relação entre totais mensais de 1997 e médias mensais dos anos de 1988 a 1997 na Estação INMET.



Fonte: INMET – Manaus/1987-1997
 Organizador: Antonio Fábio Guimarães Vieira

Gráfico 10 - Dados pluviométricos do período de 1988 a 1997 em Manaus.

A partir dos dados de chuva das três estações (Cobal, Mundo Novo e INMET), conseguimos estimar o índice de erosividade em cada estação utilizando a equação de Fournier (1960 *apud* Nascimento, 1998) como se observa nas tabelas 13, 14 e 15 a seguir (a respeito da equação, ver cap. 5, p. 83).

Estação Pluviométrica – Cobal *														
Meses	1997												1998	Total de Elm
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J**	
Média Mensal	8,7	15,3	14	23,3	19,9	0,6	0	14,4	1,3	6,5	17	16,9	20,6	
Elm ***	4,9	15,3	12,8	35,4	25,8	0	0	13,5	0,1	2,7	18,8	18,6	27,7	175,6

* Valores em mm.

** Dados obtidos até o dia 06.

*** Elm = Índice de erosividade mensal.

Tabela 13

Estação Pluviométrica – Mundo Novo *														
Meses	1997												1998	Total de Elm
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J**	
Média Mensal	8,1	12,8	14	10	12,8	1,2	0	14,1	3,2	10,9	10,7	19,6	27,5	
Elm ***	5,3	13,3	15,9	8,1	13,3	0,1	0	16,1	0,8	9,6	9,3	31,2	61,4	184,4

* Valores em mm.

** Dados obtidos até o dia 06..

*** Elm = Índice de erosividade mensal.

Tabela 14

Estação Pluviométrica – INMET *														
Meses	1997												1998	Total de Elm
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J**	
Média Mensal	12,2	15,6	21,3	17,2	25,2	2,3	0	15,9	10,1	12,1	14	17,4	24	
Elm ***	8,9	11	27,1	17,7	38	0,3	0	15,1	6,1	8,7	11,7	18,1	34,4	197,1

* Valores em mm.

** Dados obtidos até o dia 06.

*** Elm = Índice de erosividade mensal.

Tabela 15

Somando-se os valores médios mensais de erosividade, obtém-se o valor anual de erosividade para cada local. Esses resultados foram obtidos a partir dos dados relativos à precipitação média anual e das médias mensais ao longo do período

monitorado (06/01/97 a 06/01/98) de cada estação (Anexo 1). Os gráficos 11, 12 e 13 a seguir mostram a relação entre os totais mensais, as médias mensais e os índices de erosividade mensais entre as três estações.

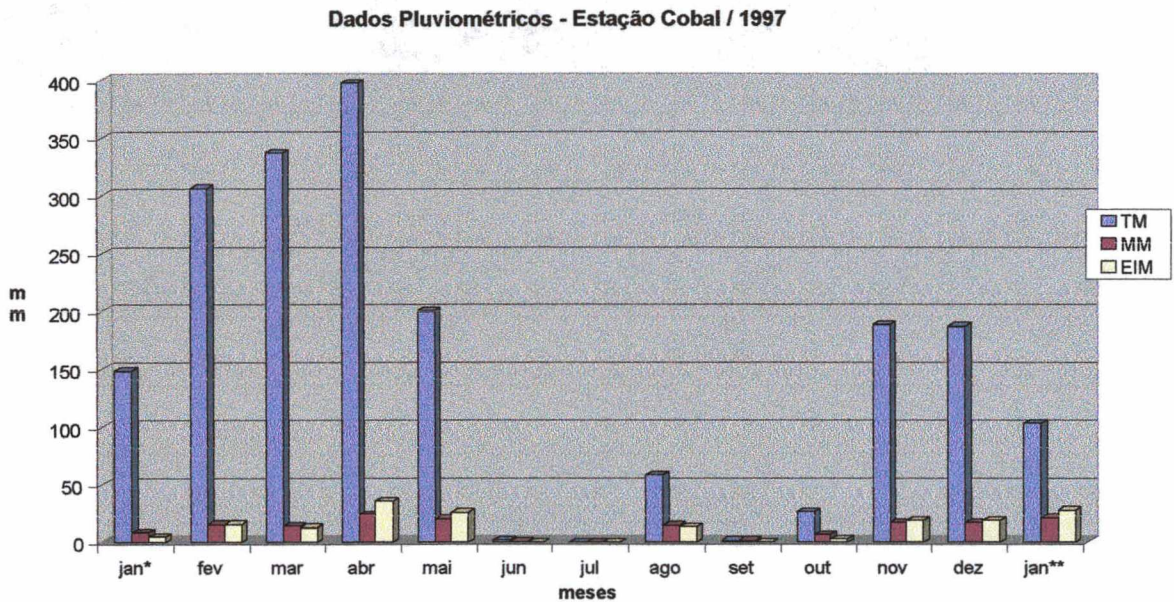


Gráfico 11 – Relação entre totais mensais (TM), médias mensais (MM) e índice de erosividade mensal (EIm).

* início da leitura do pluviômetro em 06/01/1997.

** término da leitura do pluviômetro em 31/01/1998.

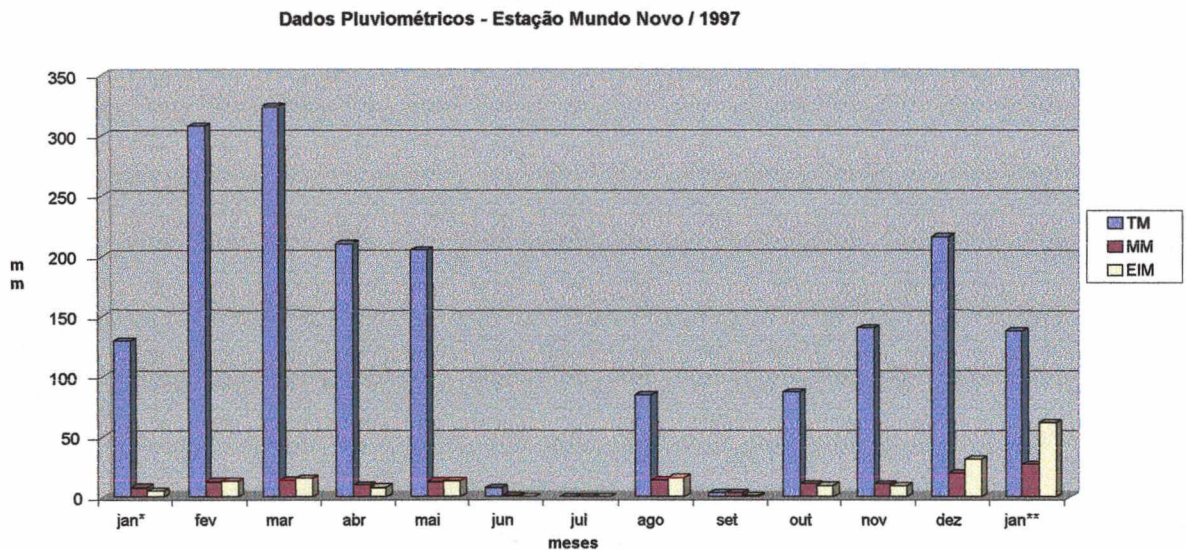


Gráfico 12 – Relação entre totais mensais (TM), médias mensais (MM) e índice de erosividade mensal (EIm).

* início da leitura do pluviômetro em 06/01/1997.

** término da leitura do pluviômetro em 31/01/1998.

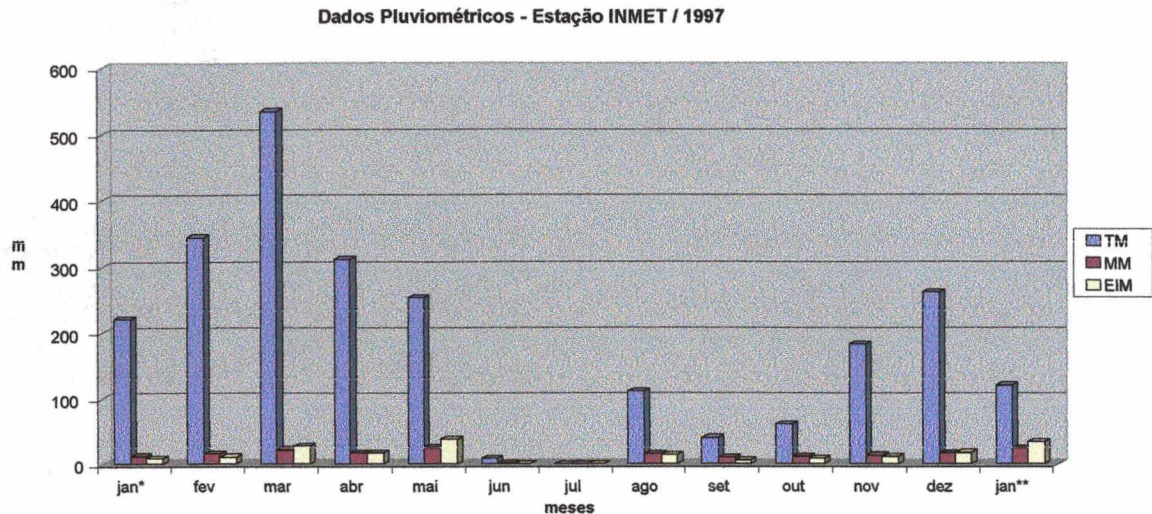


Gráfico 13 – Relação entre totais mensais (TM), médias mensais (MM) e índice de erosividade mensal (Eim).

* início da leitura do pluviômetro em 06/01/1997.

** término da leitura do pluviômetro em 31/01/1998.

Analisando somente o ano de 1997, observamos que na estação Cobal, os índices de erosividade foram mais elevados nos meses de abril, maio e novembro, os quais contribuem com cerca de 54% da erosividade total anual. Na estação Mundo Novo, os maiores índices de erosividade ocorreram nos meses de março, abril e dezembro, que corresponde a aproximadamente 51% do total anual de erosividade. Na estação INMET os meses de março, maio e dezembro, apresentaram os índices mais elevados de erosividade, contribuindo assim com cerca de 51% da erosividade total anual.

A estação que apresentou o maior índice de erosividade anual foi a do INMET, situada na Zona Centro-Sul. No entanto, a estação Mundo Novo, mesmo por apresentar um total pluviométrico anual menor que as demais (Anexo 1, p. 162), o índice de erosividade foi maior do que o apresentado na Estação Cobal (ver também Anexo 1, p. 158 a 160).

Somando-se os totais anuais das três estações (Cobal = 1953,1mm; Mundo Novo = 1844,4mm e INMET = 2440,3mm) no período monitorado (06/01/97 a

06/01/98), verificou-se que a média dos totais anuais ficam em torno dos 2080mm, apresentando índice de erosividade média anual em torno dos 186mm.

O fator chuva é, sem dúvida, responsável em grande parte pela expansão das voçorocas, em Manaus, relacionado diretamente com as propriedades físicas do terreno, declividade da encosta e feições erosivas (fendas e alcovas de contração). Devemos não esquecer que estas voçorocas tiveram sua gênese ligada à ação antrópica e com os fatores acima descritos deu-se seu efetivo surgimento e expansão.

Uma outra observação pertinente diz respeito à camada mais inferior, uma vez que esta se apresenta bastante arenosa, demonstrando pouca resistência à ação das águas da chuva, seja em forma de fluxos verticais e/ou horizontais, assim como a queda em forma de cascata, os quais são responsáveis pela expansão e surgimento de alcovas de regressão nesta camada.

Com o alargamento dessas alcovas, após período de chuvas, o material situado logo acima desmoronava fazendo aumentar a área de atuação das voçorocas. Observa-se, na **foto 14**, que essas alcovas podem ter tamanho bastante significativo, se levarmos em consideração a profundidade desta voçoroca que possui 14,9m, e a alcova com um pouco mais de 2m de altura.

Tendo o autor como escala (1,72m de altura), e apesar do ângulo da fotografia, percebe-se que a alcova tem mais de 2m de largura e um pouco mais de 2m de altura. Mesmo assim, esta alcova é responsável somente pelo seu próprio alargamento, não demonstrando portanto, no momento, que irá proporcionar o desmoronamento da camada (de mais de 12m de espessura) situada logo acima. A camada onde a alcova se desenvolve apresenta textura bastante arenosa, constituída de areia fina a muito grossa.

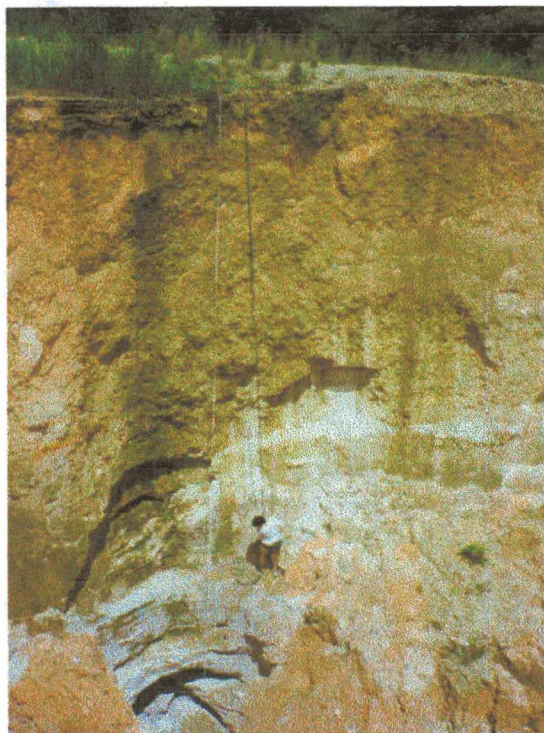


Foto 14 – Alcova de regressão na Voçoroca Cobal. Manaus – AM. Março/1997.
(Foto do autor).

A permanência deste tipo de feição erosiva, na parede das voçorocas em Manaus, pode ser apenas durante o intervalo de alguns períodos de chuvas mais abundantes, surgindo no início de novembro e extinguindo-se após o mês de fevereiro, ou ainda podem tornar-se parte da aparência da voçoroca durante o ano todo ou mais.

6.4. Voçorocas que não receberam medidas de contenção

Além das 05 voçorocas monitoradas neste trabalho (Petrobrás, Cobal, Siderama 1, Siderama 2 e Siderama 3) outras 12 voçorocas em Manaus, não receberam qualquer tipo de medida de contenção (Anexo 3; **Mapa 09**; p. 196).

Veremos, de maneira geral, algumas características pertinentes a cada uma dessas voçorocas (ver também Anexo 3, p. 179 a 195).

6.4.1. Voçoroca Mauazinho 1 - a área onde se encontra esta incisão é cercada por habitações. A área de contribuição situada a montante da borda direita ocupa aproximadamente 300m^2 com 14 casas que contribuem com cerca de 168m^3 de água por mês, o que representa um volume $5,6\text{m}^3$ de água/dia que são despejados no interior da incisão⁵. Segundo relato dos moradores do local, esta incisão surgiu devido à canalização das águas pluviais das vias pavimentadas.

Como danos materiais, observa-se a inutilização de 5.200m^2 de área, o que equivale a um prejuízo da ordem de R\$ 97.000,00 reais, pelo valor do m^2 de terreno que é de R\$ 18,61, segundo avaliação do IMPLAN (1995).

6.4.2. Voçoroca Mauazinho 2 – esta voçoroca ocupa uma área de aproximadamente 2.080m^2 . Se considerarmos para cálculo dos danos causados pela voçoroca o valor da área destruída pela voçoroca (aprox. R\$ 39 mil reais) e o valor correspondente às casas destruídas (R\$ 20 mil reais), o valor total fica em torno dos R\$ 59 mil.

No entanto, os prejuízos causados pela voçoroca são maiores, pois incluem a destruição de parte das ruas Natal e Paraíso e que ficam difíceis de serem contabilizados em virtude dos aparelhos nelas envolvidos como: esgotos, asfaltamento, sarjetas e calçadas.

Na ânsia de resolver o problema causado pelo surgimento desta incisão, os moradores residentes próximos ao local começaram a utilizá-la como depósito de lixo. Essa ação tem, até certo ponto, diminuído a velocidade de expansão desta incisão. Porém, esta prática traz um agravante: a proliferação de doenças em virtude de atrair mais ratos e baratas, aumentando assim a possibilidade de contaminação por doenças como a leptospirose e a hepatite (**foto 15 e 16**).

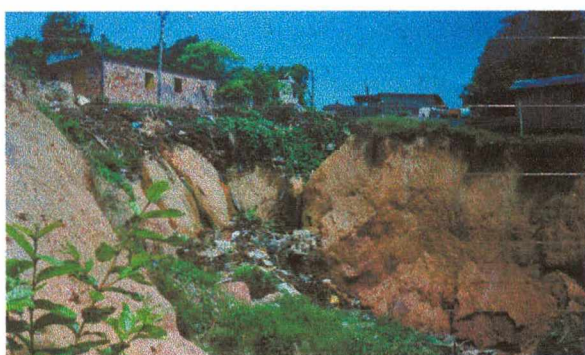


Foto 15 – Voçoroca Mauazinho 2 em maio de 1995. Manaus – AM. (Foto do autor).

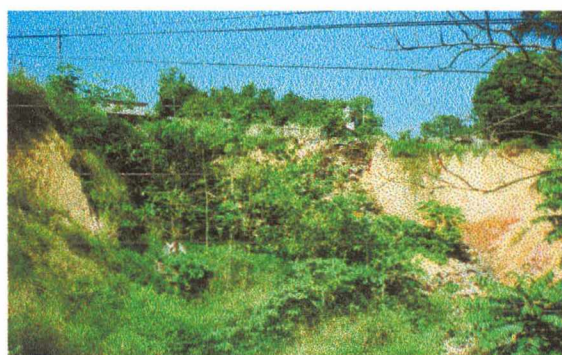


Foto 16 – Voçoroca Mauazinho 2 em fevereiro de 1997. Manaus – AM. (Foto do autor).

6.4.3. Voçoroca Mauazinho 3 – apresenta área de contribuição de 2.040m², com 56 casas que contribuem com aproximadamente 672m³ de água por mês, ou cerca de 22,4m³ diários. Ocupa uma área de 1.554m², o que equivale a quase 29 mil reais de terreno destruído (m² = R\$ 18,61; IMPLAN, 1995), com a destruição de 6 casas no local (R\$ 24 mil reais), prejuízos estimados em R\$ 53 mil reais.

6.4.4. Voçoroca Mauazinho 4 – a área a montante desta voçoroca é ocupada por habitações e vias pavimentadas. Apresenta área de contribuição de cerca

de 12.890m², com 86 casas que contribuem aproximadamente com 1032m³ de água por mês ou cerca de 34,4m³ diários ⁵.

Como danos materiais, observa-se cerca de 1.548m² de área e destruição de 6 casas situadas no local. Somando-se somente os valores relativos a área (R\$ 29 mil reais) e às 06 casas destruídas (R\$ 24 mil reais) temos um total de R\$ 53 mil reais de danos.

6.4.5. Voçorocas São José 1 e São José 2 – provavelmente estas duas voçorocas originaram-se devido à retirada da cobertura vegetal e posterior processo de terraplanagem. Pelo valor do m² do terreno nesse bairro (R\$ 11,29; IMPLAN, 1995) multiplicado pelo área destruída por essas duas voçorocas (376m²) temos em valores, um total aproximado de R\$ 4.245,00 reais de danos.

6.4.6. Voçoroca Canaranas 2 - surgida a partir do desvio da canaleta da Voçoroca Canaranas-Desvio, teve como atitude de contenção a construção de uma rede de tubos de concreto, constituindo assim a forma de uma escadaria que visou a diminuição da velocidade da água captada (**foto 17**). Foi a partir desta obra que se pode finalmente trabalhar na contenção da Voçoroca Canaranas 1. Hoje, essa tubulação de esgotos está desativada, não recebendo, portanto, nenhuma água, seja de origem pluvial, servida ou tratada.

⁵ O volume de água lançada nesta voçoroca foi obtido através da leitura das contas de água fornecidas pelos moradores locais. Dos totais mensais obtivemos a média mensal e por conseguinte a média diária. Desta mesma forma calculamos o volume de água despejado nas demais voçorocas. Vale frisar, que nem todas voçorocas recebem contribuição de águas servidas.



Foto 17 – Voçoroca Canaranas 2. Manaus – Am. Dezembro/1997. (Foto do autor).

6.4.7. Voçoroca Canaranas 4 – apresenta, próximo a sua cabeceira, área totalmente tomada por vegetação secundária e um pouco mais a montante, área urbanizada com casas e vias pavimentadas. Ao contrário da maioria das voçorocas em Manaus que tiveram a ação antrópica como fator inicial de surgimento, esta voçoroca apresenta sinais de que provavelmente se originou a partir de um movimento de massa ocorrido na encosta.

A área ocupada por esta voçoroca é de cerca de 200m², o que corresponde a aproximadamente R\$ 2.710,00 reais de danos. Uma vez que o valor do m² do terreno fica em R\$ 13,55 reais (IMPLAN, 1995).

6.4.8. Voçorocas Francisca Mendes 1; Francisca Mendes 3 e Francisca Mendes 4 – a área onde estas voçorocas desenvolvem-se encontra-se totalmente desprovida de cobertura vegetal. Provavelmente a retirada da cobertura vegetal com posterior processo de terraplanagem possibilitou o início de processos erosivos mais intensos, causados principalmente pelo escoamento superficial concentrado, uma vez que a camada superficial desta área apresenta textura argilosa, com fina camada (aprox. 1cm de espessura) de material endurecido (crostas).

A área total destas três voçorocas é de aproximadamente 1.060m²,

que em termos de valores corresponde a R\$ 14.363,00 reais ; uma vez que o m² é de R\$ 13,55 reais (IMPLAN, 1995).

6.4.9. Voçoroca Hiléia – apresenta, a montante da cabeceira, habitações e canalização de águas pluviais, de onde provavelmente se originou. Apresenta perda de área de aproximadamente 875m², que multiplicado pelo valor do m² do terreno (R\$ 31,10; IMPLAN, 1995) obtém-se um prejuízo de quase R\$ 28 mil reais.

Com os dados sobre área afetada e valor do m² do terreno de cada voçoroca aqui apresentada, verificamos juntamente com outros danos (destruição de casas e aparelhos urbanos) o volume total de prejuízos causados por essas 17 voçorocas, como se observa na **tabela 16** a seguir.

VALORES RELATIVOS A INUTILIZAÇÃO DE ÁREA E DESTRUIÇÃO DE CASAS PROVOCADOS PELAS VOÇOROCAS EM EVOLUÇÃO				
VOÇOROCA	ÁREA EM m ² a	VALOR DO m ² DA ÁREA * b	VALOR TOTAL DA ÁREA C = a . b	CASAS DESTRUÍDAS D
Petrobrás	540	18,61	10.049,40	0
Cobal	2622	18,61	48.785,42	0
Siderama 1	2310	18,61	42.989,10	0
Siderama 2	7590	18,61	141.249,90	0
Siderama 3	5130	18,61	95.469,30	0
Mauazinho 1	5200	18,61	96.772,00	0
Mauazinho 2	2080	18,61	38.708,80	24.200,00
Mauazinho 3	1554	18,61	28.919,94	24.000,00
Mauazinho 4	1548	18,61	28.808,28	24.000,00
São José 1	276	11,29	3.116,04	0
São José 2	100	11,29	1.129,00	0
Canaranas 2	1200	13,55	16.260,00	0
Canaranas 4	200	13,55	2.710,00	0
F. Mendes 1	200	13,55	2.710,00	0
F. Mendes 3	760	13,55	10.298,00	0
F. Mendes 4	100	13,55	1.355,00	0
Hiléia	875	31,10	27.212,50	0
TOTAIS	32.285	TOTAIS	596.542,68	72.200

* Valores relativos ao ano de 1995 (IMPLAN).

TOTAL GERAL C + D	R\$ 668.742,68
------------------------------	-----------------------

Tabela 16

A área afetada pelas 17 voçorocas aqui apresentadas ocupa um total de 32.285 m², o que representa um prejuízo da ordem de R\$ 596.542,68 reais. Somando esse valor aos danos referentes à destruição de casas (R\$ 72.200,00) obtém-se o valor total de R\$ 668.742,68 reais (IMPLAN, 1995).

6.5. Medidas de contenção adotadas nas voçorocas de Manaus

Através da observação direta, em campo, conseguimos observar que, das 31 voçorocas cadastradas neste trabalho, 14 receberam algum tipo de medida de contenção.

Podemos dividir as voçorocas que receberam algum tipo de medida de contenção em três tipos: 1) Ação direta do poder público: aquelas que tiveram planejamento na execução dessas medidas e foram executadas por empresa credenciada pelo poder público; 2) Ação indireta do poder público: quando da execução de uma obra principal que acabou por resolver o problema da existência da incisão erosiva no local e 3) Ação dos moradores: são aquelas que receberam algum tipo de contenção por ação dos moradores localizados próximos à voçoroca, não tendo neste caso qualquer tipo de planejamento técnico e sendo executada pelos próprios moradores.

A seguir veremos de forma geral cada tipo de medida de contenção adotada em cada voçoroca:

6.5.1. Ação direta do poder público

6.5.1.1. Voçoroca Canaranas 1 – nesta incisão, foi construída primeiramente (abril/1995) uma canaleta, com a finalidade de evitar o escoamento concentrado das águas da chuva que caíam na via pavimentada e convergiam em direção à cabeceira da voçoroca (**foto 18**).



Foto 18 – Voçoroca Canaranas 1 antes da realização das obras de contenção. Manaus – AM. Janeiro/1995. (Foto do autor).

No entanto, como o direcionamento dado às águas foi feito para uma encosta de maneira inadequada e influenciada ainda pelo grande volume de água, em apenas um mês surgiram mais duas voçorocas (Voçoroca Canaranas Desvio e Voçoroca Canaranas 2).

Logo em seguida, foi realizada uma segunda obra (essa bem mais estruturada que a primeira) que consistiu na construção a partir de tubos de concreto, de uma escadaria que visou à diminuição da velocidade da água captada, além de que, esta obra serviu de suporte à uma terceira obra iniciada em junho/1995 com a construção de três patamares gramados e uma canaleta coletora situada na parte central desses patamares.

Essa canaleta permitiria o direcionamento das águas da chuva até uma “escadaria” feita de sacos de *solo-cimento*, que serviria como suavizador da velocidade das águas da chuva para depois seguir seu curso até um igarapé situado mais a jusante.

A obra foi realizada pela construtora RODAL, contratada pela SHAM – Sistema de Habitação do Amazonas e concluída no final do mês de setembro deste mesmo ano a um custo de US\$ 180.000,00⁶. Em termos de danos causados por essa voçoroca observamos na época (março/1995) destruição de parte de uma rua e destruição parcial de um muro de uma casa e ameaça de desabamento de 14 casas situadas próximas à cabeceira desta incisão.

Tomando como base o valor do m² do *solo urbano* do bairro da Cidade Nova onde esta voçoroca está localizada (R\$ 13,55 ; IMPLAN, 1995), observamos que a área abrangida pela voçoroca (3000 m²) corresponde a uma perda em termos de valores da ordem de R\$ 40.650,00 (3000m² x R\$ 13,55). Se compararmos o valor da terra e o valor dispensado na realização da obra de contenção, observamos que o valor total da obra é 4,5 vezes maior que o valor do terreno ocupado pela voçoroca.

Mesmo com todo o gasto efetuado na resolução do problema causado pela voçoroca, três meses após a conclusão da obra (janeiro/1996) já se observava sinais de desgaste na escadaria de *solo-cimento* (**foto 19**). O projeto inicial referia-se a uma estrutura de concreto. Hoje, passados mais de dois anos com o desgaste da parte inferior da obra (escadaria e canaleta coletora), inicia-se um novo processo de erosão regressiva.

⁶ **CRATERA no Canarana está sendo aterrada.** Jornal A Crítica. Manaus 15 de julho de 1995. Página A3. Caderno CIDADE.

A parte inferior está desabando e já atinge cerca de 3 metros de profundidade, 5 metros de largura e aproximadamente 7 metros de comprimento (foto 20).



Foto 19 – Dissipador de energia (escadaria) da Voçoroca Canaranas 1 com sinais de desgaste. Manaus – AM. Janeiro/1996. (Foto do autor).



Foto 20 – Dissipador de energia e parte inferior da canaleta destruídos. Voçoroca Canaranas 1. Manaus – AM. Dezembro/1997. (Foto do autor).

6.5.1.2. Voçoroca Canaranas-Desvio - surgiu, como mencionado anteriormente, a partir da construção de uma canaleta que desviava o escoamento concentrado das águas pluviais da cabeceira da Voçoroca Canaranas 1 (foto 21). A medida encontrada, na época, foi simplesmente desviar essa canaleta para mais distante desta voçoroca (cerca de 15 m). Essa ação trouxe uma nova reação, ou seja, o surgimento de uma nova voçoroca, a Canaranas 2.



Foto 21 – Voçoroca Canaranas-Desvio. Manaus – AM. Dezembro/1997. (Foto do autor).

Esta voçoroca abrange uma área de cerca de 1.512m² (anexo 3, p. 200) o que corresponde a uma perda em termos de valores de aproximadamente R\$ 20.500,00.

6.5.1.3. Voçoroca Canaranas 3 – apresenta área a montante da cabeceira urbanizada com casas e vias pavimentadas. Surgiu a partir das tubulações de esgoto da Voçoroca Canaranas 2. Como medida de contenção o mesmo esgoto que lhe deu origem foi inutilizado, o que proporcionou a estagnação da incisão. Do primeiro cadastramento em abril/1995 para o último em novembro/1997, observamos que esta voçoroca não evoluiu em nenhuma direção. A área de abrangência desta fica em torno dos 200m², o que representa uma perda em termos de valor da terra em torno dos R\$ 2.700,00 reais, calculados pelo valor do m² da área, que segundo o IMPLAN (1995) é de R\$ 13,55 reais.

6.5.1.4. Voçoroca Creche 1 - em Agosto de 1997, com o desvio das tubulações do “esgoto” para um outro lado da encosta e processo de terraplanagem com construção de patamares para suavizar o escoamento das águas pluviais, teve início uma medida de contenção nesta incisão. No entanto, esses patamares não receberam qualquer tipo de vegetação, como aconteceu com a medida de contenção adotada na Voçoroca Canaranas 1.

A falta de vegetação no local e a má realização da obra com material “despejado” sem qualquer norma ou técnica adequadas têm tornado a área susceptível ao surgimento de pequenas incisões erosivas, que podem com o passar do tempo, devido às fortes chuvas no local, tomar uma configuração novamente de voçoroca (foto 22 e 23).

Os valores relativos ao custo desta obra não nos foram passados, mas provavelmente tenha sido em torno do que se gastou na obra da Voçoroca Canaranas 1 (US\$ 180.000,00), uma vez que esta apresentava características dimensionais bastante semelhantes ao da voçoroca Canaranas 1.

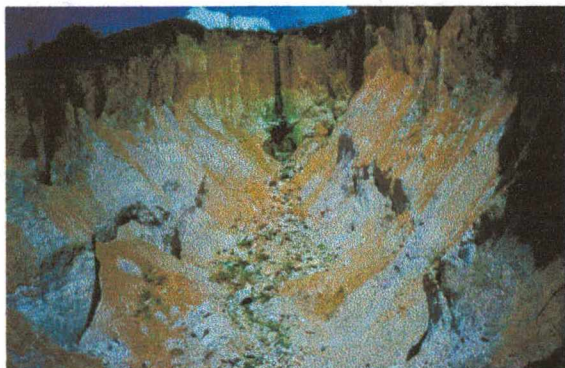


Foto 22 – Voçoroca Creche 1 antes da obra. Manaus – AM. Abril/1995. (Foto do autor).



Foto 23 – Voçoroca Creche 1 depois da obra de contenção. Manaus – AM. Dezembro/1997. (Foto do autor).

6.5.1.5. Voçoroca Creche 3 - originária do desvio das tubulações da Voçoroca Creche-1, recebeu, como medida de contenção, o desvio das tubulações (**Foto 24**). Como consequência deste novo desvio, começa a surgir um processo intenso de erosão no local onde este despeja a água. No momento, esta nova incisão ainda não atingiu a configuração de voçoroca, mas possivelmente, com o passar das fortes chuvas, isso poderá ocorrer.



Foto 24 – Voçoroca Creche 3. Manaus – Am. Dezembro/1997. (Foto do autor).

Apresenta uma área de contribuição de 1.510m², com presença de habitações e vias pavimentadas. Pela área ocupada (2.296m²) e pelo valor do m² do terreno (R\$ 13,55), os prejuízos ficam em torno dos R\$ 32 mil reais (ver mapa 10, anexo 3,p. 203).

6.5.2. Ação indireta do poder público

6.5.2.1. Voçorocas Antônio Aleixo 1 e 2 - com o asfaltamento da rua Senador Alvaro Maia e canalização mais adequada feita através de dissipadores de energia, essas duas voçorocas deixaram de existir, não restando nenhum traço de sua presença anterior na área.

6.5.2.2. Voçorocas Armando Mendes 1 e 2 - a partir do processo de canalização de um igarapé situado a jusante destas voçorocas, que se iniciou em meados de 1997, e com um novo processo de terraplanagem a montante destas, resultou em “desaparecimento” quase total destas voçorocas, restando somente alguns traços da existência da Voçoroca Armando Mendes 1. Observar as comparações entre as fotografias tiradas antes e depois do início das obras realizadas no local (**fotos 25, 26, 27 e 28**).

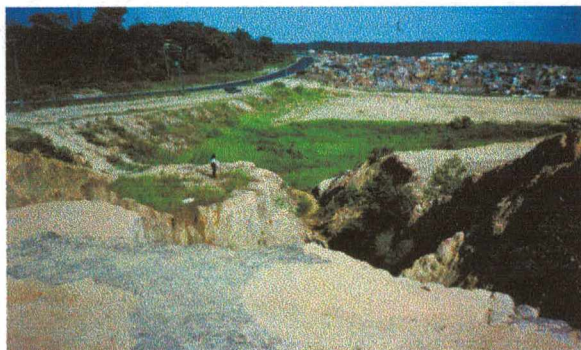


Foto 25 – Voçoroca Armando Mendes 1 antes da obra de contenção. Manaus – AM. Julho/1995. (Foto do autor).



Foto 26 – Voçoroca Armando Mendes 1 depois da obra. Manaus – Am. Dezembro/1997. (Foto do autor).

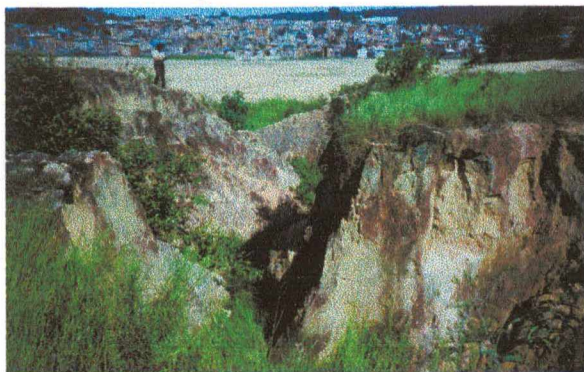


Foto 27 – Voçoroca Armando Mendes 2 antes da obra de contenção. Manaus – AM. Julho/1995. (Foto do autor).



Foto 28 – Voçoroca Armando Mendes 2 depois da obra. Manaus – AM. Dezembro / 1997. (Foto do autor).

6.5.2.3. Voçoroca Cidade de Deus - no início de 1997, a pista que dava acesso ao bairro de mesmo nome e que passava junto à cabeceira desta voçoroca foi alargada. Nessa ação, devido ao novo processo de terraplanagem e posterior adição, o asfalto fez “sumir” esta incisão (**foto 29 e 30**).

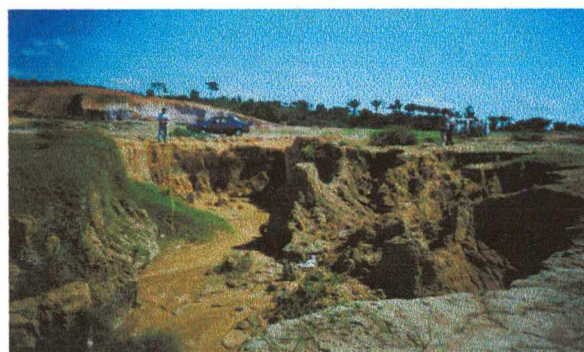


Foto 29 – Voçoroca Cidade de Deus antes do início das obras de asfaltamento. Manaus–AM. Julho/1995. (Foto do autor).



Foto 30 – Área onde se localizava a voçoroca Cidade de Deus. Manaus – AM. Dezembro /1997. (Foto do autor).

6.5.2.4. Voçoroca Creche 2 - o processo de terraplanagem realizado na Voçoroca Creche 1 trouxe como resultado o desaparecimento da mesma.

6.5.2.5. Voçoroca Francisca Mendes 2 - em meados do ano de 1997, foi realizado um novo processo de terraplanagem (vale aqui citar que esta incisão teve

sua origem ligada a um processo de terraplanagem) que fez desaparecer a voçoroca (ver mapa 11, Anexo 3, p. 212).

6.5.3. Ação dos moradores

6.5.3.2. Voçoroca Antonio Aleixo 3 - o lixo despejado pelo moradores nesta voçoroca causou sua estabilização. Hoje, esta prática não é mais utilizada.

6.5.3.3. Voçoroca Redenção - originada a partir da canalização das águas pluviais para o terreno, teve como ação de contenção o desvio desta canalização através da construção de um novo canal feito a base de sacos de areia misturados com cimento. Essa ação provocou a estabilização da voçoroca (ver mapa 12, anexo 3, p. 216).

Conclusões

Existem, em Manaus, 17 voçorocas (em evolução) das quais 6 são do tipo conectadas, 5 são integradas e 6 desconectadas. A expansão dessas voçorocas está ligada à existência de fluxos superficiais concentrados. Essas incisões apresentam forma predominante do tipo retangular. As voçorocas são mais comuns nas zonas Norte e Leste da cidade de Manaus.

Através da técnica de monitoramento denominada *levantamento por ordenada*, verificou-se nas 5 voçorocas monitoradas que o grau de crescimento varia de 33,33% a 1,51%.

Foram notadas nas voçorocas monitoradas algumas feições erosivas, como alcovas de regressão na parte mais inferior das voçorocas, as quais são constituídas em sua maior parte por textura arenosa e fendas na borda de 4 das 5 voçorocas monitoradas.

Essas fendas foram em parte responsáveis pela expansão das voçorocas com o início das chuvas mais intensas em outubro, novembro e dezembro de 1997.

Do total de 30 voçorocas existentes até o final do ano de 1995, observa-se que somente 15 voçorocas receberam medidas de contenção. Sendo 05 por ação direta do poder público, 07 por ação indireta do poder público e 03 por ação dos moradores afetados pela existência das voçorocas.

A princípio, concluí-se que o poder público pouco se preocupa em resolver o problema do surgimento e avanço de incisões erosivas. Por outro lado, a aplicação de medidas de contenção demanda grande quantidade de recursos para sua execução.

Das medidas adotadas, quase todas apresentam falhas de execução, demonstrando a falta de informação acerca dos aspectos físicos que compõem cada voçoroca, ou falta de conhecimento dos processos erosivos e dos mecanismos atuantes na existência destes. A negligência por esses fatos torna os projetos de contenção tecnicamente incompletos ou ineficientes.

CONCLUSÕES GERAIS

Na relação Homem *versus* Natureza, sabe-se que o homem não respeita os limites dos ambientes naturais, provocando sua má utilização e conservação, gerando conseqüências que fogem do seu controle.

Em Manaus, a retirada da cobertura vegetal para a implantação de conjuntos habitacionais, a ocupação inadequada de áreas de risco (fundo de vales, encostas de relativa declividade, entre outras) por grupos excluídos e a ocupação de áreas próximas às nascentes de igarapés ocasiona desequilíbrio dos sistemas naturais e danos econômicos à população.

Como resultado dessa ocupação inadequada, temos o surgimento de áreas que demonstram um grande potencial erosivo, com aparecimento de sulcos, ravinas e voçorocas, onde o material erodido dessas áreas é transportado pelas chuvas e depositado nas áreas mais baixas, provocando, assim, o entulhamento dos igarapés que, juntamente com o lixo urbano, provocam doenças e inundações nessas áreas.

Na cidade de Manaus, nos últimos anos (7 anos), instalaram-se processos erosivos visíveis em sua forma mais expressiva, a erosão por voçorocas. Este trabalho abordou a erosão dos solos por meio das voçorocas, na área do sítio urbano de Manaus, identificando as causas e as conseqüências sociais e urbanas do surgimento e expansão deste tipo de incisão erosiva.

O estudo foi iniciado a partir do recadastramento, onde observamos, a partir da utilização do conceito de voçoroca empregado neste trabalho (cap.2, item 2.1.) que, do total existente no primeiro cadastramento (n=40), somente 27 incisões

poderiam ser consideradas como voçorocas. Incluímos 4 voçorocas nesse novo cadastramento, totalizando um universo de 31.

Do total de 31 voçorocas, 14 receberam ações e/ou obras de contenção. Temos, portanto, 17 voçorocas que apresentam algum tipo de evolução. Desse total, 6 são do tipo integradas, 6 são desconectadas e 5 são conectadas (ver cap. 2, item 2.1.).

Os processos mais atuantes observados nessas voçorocas foram o escoamento superficial concentrado e os filetes verticais. As feições erosivas mais comuns observadas foram as alcovas de regressão e fendas de contração.

As voçorocas em evolução encontram-se distribuídas pelas Zonas Norte, Leste e Sul em sua maioria (n=16) e somente uma encontra-se localizada na Zona Centro-Oeste. As 05 voçorocas escolhidas para aplicação da técnica de monitoramento (*levantamento por ordenadas*) encontram-se localizadas na Zona Sul.

Além do monitoramento, coletamos amostras do solo e fizemos acompanhamento do regime pluviométrico no local a partir da instalação de um pluviômetro.

As voçorocas Cobal, Siderama 1, Siderama 2 e Siderama 3 apresentam semelhança quanto à textura do solo onde desenvolvem-se, apresentando-se muito argilosa a argilosa na camada superficial e franco arenosa a arenosa na camada mais inferior. Observamos que essa textura argilosa na camada superficial possibilita a formação de fluxos superficiais concentrados e a formação das fendas de contração nos períodos de estiagem. A camada mais inferior, de textura franco arenosa a arenosa, apresenta a dominância de alcovas de regressão.

Tal observação torna-se relevante à medida que observamos que essas 4 voçorocas têm suas respectivas evoluções marcadas pela existência dessas feições erosivas (alcovas e fendas).

A partir dos estudos aqui realizados, observamos que o surgimento e expansão das voçorocas em Manaus estão ligados no início à grande inclinação do terreno que, recebendo um fluxo de água superficial concentrado, provoca em pouco tempo a surgência de pequenos sulcos que rapidamente evoluem para ravinas e, conseqüentemente, para voçorocas num espaço de tempo que varia de 2 meses a menos de 1 ano, tendo como origem o manejo inadequado do terreno pelo homem.

Hoje, as voçorocas que apresentam suas respectivas cabeceiras em áreas relativamente planas (n=9) demonstram um crescimento moderado.

A encosta apresenta seu papel mais atuante nos processos erosivos quando a declividade desta é relativamente acentuada, não importando portanto, para o surgimento de voçorocas em Manaus o comprimento das encostas.

Outro ponto observado a respeito da encosta é que a maior parte das voçorocas em evolução (n=10) em Manaus desenvolvem-se mais em encostas do tipo convexa, atingindo cerca de 59% das voçorocas, apesar de este tipo de encosta representar somente cerca de 45 % das encostas da área estudada.

Verificou-se que, nos períodos em que chove mais (dezembro a maio) há maior atuação erosiva nas voçorocas, ou seja, 80% da evolução da voçoroca acontece nesse período. No entanto, não foi possível afirmar que, devido a chuvas de intensidade X ou Y, ocorre uma maior expansão da voçoroca, devido à falta de instrumento adequado para coleta deste dado, e que, devido à chuva de intensidade X, ocorre a formação de fluxos superficiais do tipo hortoniano.

Por apresentar uma camada superficial de textura relativamente argilosa, observou-se uma maior impermeabilização do terreno e, conseqüentemente, uma maior formação de fluxos superficiais concentrados que provocam a surgência de pequenos sulcos.

Estes solos, após o período de estiagem (junho a setembro), começaram a apresentar inúmeras fissuras / rachaduras, com espessura que variava de poucos milímetros a alguns centímetros, com profundidade em torno dos 5 m e extensão variando de 30 cm a pouco mais de 7 m.

Os vazios deixados por essas rachaduras após alguns períodos de chuva, em outubro e novembro, foram novamente preenchidas por material transportado pelo escoamento superficial. As rachaduras que se encontravam nas bordas das voçorocas, acabaram por provocar, após os períodos de chuva, desmoronamento de blocos.

Em Manaus, o problema do surgimento de voçorocas é notado somente quando este tipo de incisão provoca a destruição de ruas, de casas e de áreas desmatadas e terraplanadas para a implantação de conjuntos habitacionais e pelo assoreamento de pequenos igarapés e áreas que ficam a jusante, provocando a sua inutilização.

A esse respeito, analisando somente as 17 voçorocas existentes hoje em Manaus, observamos que os danos causados ficam em torno dos R\$ 670 mil reais (valor do m² e de casas destruídas). Se incluirmos nesse valor os danos referentes à destruição dos aparelhos urbanos (ruas, asfalto, esgoto, sarjeta, acostamento) e mais os danos causados pela desvalorização do espaço onde encontra-se esta incisão, teríamos em termos de danos, um valor bem mais elevado.

No entanto, os danos causados pelas voçorocas são mais inferiores se comparados com o valor da obra de contenção. Os danos causados pela Voçoroca Canaranas 1, por exemplo, ficaram em torno dos R\$ 41 mil reais, e o custo da obra em torno dos 180 mil dólares, ou seja, 4,5 vezes mais que os danos causados pela voçoroca.

Seria, portanto, economicamente mais viável impedir que voçorocas surgissem mediante uma utilização adequada do solo, seja ele rural ou urbano.

BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, Aziz Nacib. A cidade de Manaus: primeiros estudos. In: **Boletim Paulista de Geografia**. Nº 15. São Paulo: AGB / Seção Regional de São Paulo, 1953. p. 18-45
- AMARAL, Naudir D. **Conservação do solo**. 2ª Ed. – 6ª Reimpressão. São Paulo: Nobel, 1989.
- BIGARELLA, João J. & MAZUCHOWSKI, Jorge Z. Visão integrada da problemática da erosão: In: **Livro Guia do 3º Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. Maringá: ADEA/ABGE, 1985.
- BOHRER, Cláudio B. de A. & GONÇALVES, Lúcia M. C. **Vegetação**. In: **Geografia do Brasil: Região Norte**. Volume 3. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. p 137-168.
- CAMARGO, Gisele. **Caracterização das formas de erosão acelerada no segundo planalto paranaense: Avaliação do papel da erosão subterrânea na evolução de voçorocas nos municípios de Ponta Grossa, Palmeira, Porto Amazonas e Lapa (PR)**. (Projeto de Qualificação de Mestrado). Florianópolis: Departamento de Geociências, 1996.
- CAMARGO FILHO, Maurício; CAMARGO, Gisele & OLIVEIRA, Marcelo A. T. de. Estimativas de taxas de erosão através de poligonais planimétricas. In: **3ª Reunião Especial da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC**. (Anais). Florianópolis: UFSC, 1996. p. 397
- CARLSTRON FILHO, Jaime de A. Controle de erosão nos morros do Recife. In: **4º Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. (Anais). Bauru – SP, ABGE / IPT / DIGEO, 1995. p. 333-335
- COELHO NETTO, Ana L. Hidrologia de encostas na interface com a Geomorfologia. In: **GUERRA, Antonio J.T. & CUNHA, Sandra B. da. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p.93-148
- COMASTRI, José Aníbal. Métodos de Levantamento Topográfico. IN: _____ . **Topografia Planimetria**. 2ª edição. Viçosa , MG: UFV, Impr.Univ., 1992. p. 199-200
- COSTA, Regina C. R. da; NATALI FILHO, Trento e OLIVEIRA, Ailton A. B. de. Geomorfologia. IN: **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SA 20. Manaus. Rio de Janeiro: DNPM, 1978. p. 165-244
- CORRÊA, Altir A. M. **Métodos de combate à erosão do solo**. Série Didática – nº. 17. Rio de Janeiro: Edições SAI, 1959.
- CORRÊA, Luiz de M. **O nascimento de uma cidade**. Série Torquato Tapajós. Volume IX. Manaus: Edições Governo do Estado do Amazonas, 1966. 80 p.

- CRATERA no Canarana está sendo aterrada.** Jornal A Crítica. Manaus, 15 de julho de 1995. Página A3. Caderno Cidade.
- CUNHA, Márcio A. (Coord.); FARAH, Flávio; CERRI, Leandro E.S.; GOMES, Luiz A.; GALVÊZ, Maria L.; BITAR, Omar Y.; AUGUSTO FILHO, Oswaldo e SILVA, Wanderley S. da. **Ocupação de Encostas.** São Paulo: IPT, 1991.
- CUNHA, Márcio A. & RIBEIRO, Francisco 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
- CURI, Nilton (Coord.). **Vocabulário de ciência do solo.** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993.
- DIETRICH, W.E. & DUNNE, T. The Channel Head. In: **BEVEN, K & KIRKBY, M.J. Channel Network Hidrology.** John Willey & Sons, 1993. p. 175-219
- DUNNE, T. Hidrology, mechanics and geomorphic implications of erosion by surface flow. In: **HIGGINS, C.G. & COATES, D.R. Groundwater Geomorphology, Geological Society of America Special Paper.** 252,252, 1990. p. 1-28
- DORST, Jean. A destruição das terras pelo homem. In: _____. **Antes que a Natureza Morra.** Trad. Rita Buongiorno. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. p. 132-201
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **La erosion del suelo por el agua: algunas medidas para combatirla en las tierras de cultivo.** Roma: FAO, 1967.
- FENDRICH, Roberto. Erosão Urbana. In: **FENDRICH, Roberto; OBLADEN, Nicolau L.; AISRE, Miguel M.; GARCIAS, Carlos M. e ZENY, Ana S. Drenagem e controle de erosão urbana.** Curitiba: EDUCA – Editora Universitária Champagnat, 1984. p. 14-43
- FERNANDES FILHO, Lucindo A. **Geologia, Mineralogia, Geoquímica dos Lateritos de Manaus – Amazonas.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará. Belém: UFPA, 1996.
- FIDANZA, F. A. **Álbum do Amazonas – Manáos (1901-1902).** Manaus: (Editora não citada), (s.d.). 193 p.
- FOURNIER, F. **Conservacion de Suelos.** Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1975.
- GUERRA, Antonio T. **Dicionário Geológico-Geomorfológico.** 8ª edição. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

- GUERRA, Antonio J.T. Processos erosivos nas encostas. In: **GUERRA, Antonio J.T. & CUNHA, Sandra B. da. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 149-209
- HEYER, Lígia Fonseca. **Manaus: um exemplo de clima urbano em região subequatorial.** Tese (Doutorado). São Paulo: USP – Departamento de Geografia, 1997. 203 p. il.
- IGHA – INSTITUTO GEOGRÁFICO E HISTÓRICO DO AMAZONAS. **Manaus: memória fotográfica.** Manaus: SUFRAMA, 1985. 106 p. il.
- IMPLAN – Instituto Municipal de Planejamento Urbano e Informática. **Delimitação de Bairros.** Lei nº 283 de 12 de abril de 1995. Manaus: Prefeitura Municipal de Manaus, 1995. 26 p.
- IMPLAN – Instituto Municipal de Planejamento Urbano e Informática & CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **CD-ROM Base Cartográfica da área urbana de Manaus.** Manaus: Prefeitura Municipal de Manaus / Sonopress, 1996.
- IWASA, Oswaldo Y; PRADI, Emílio C.; KERTZMAN, Fernando F.; OLIVEIRA, Antonio M. dos S.; PONÇANO, Waldir L. e SALOMÃO, Fernando X. de T. Áreas de risco ao desenvolvimento de erosão por ravinas e boçorocas na folha Marília – SF-22-Z-A. In: **4º Simpósio Nacional de Controle de Erosão. (Anais).** São Paulo: ABGE / DAEE, 1987. p. 137-148
- LEAL, Patrícia Correia. **Caracterização e interpretações genéticas de alguns solos da região de Manaus-AM.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife: 1996.
- LEPSCH, Igo F. **Solos: formação e conservação.** 5ª edição. São Paulo: Melhoramentos, 1993.
- MAGNAGO, Heliomar; BARRETO, Rubens A. A. e PASTORE, Ulisses. **Vegetação. IN: Projeto RADAMBRASIL.** Folha SA. 20 Manaus. Rio de Janeiro: DNPM, 1978. p. 411-530
- MELLO, Octaviano. **Topônimos Amazonenses: nomes das cidades amazonenses sua origem e significação.** Série Torquato Tapajós. Volume XIII. Edições Governo do Estado do Amazonas, 1967. 163 p.
- MONTEIRO, Mário Ypiranga. **Fundação de Manaus.** 4ª Ed. aumentada. São Paulo: Editora Metro Cúbico, 1994. 159 p.
- NASCIMENTO, Eloiza E.D.J. **Contribuição ao estudo de processos erosivos acelerados em áreas de rampas de dissipação: o caso da Praia Mole – Ilha de Santa Catarina.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 1998. 161 p.

- NAVA, Daniel Borges. **Projeto Grande Manaus: Relatório da 1ª Fase**. Manaus: CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1996. 21 p. il.
- NEBOIT, Rene. **L'Home et l'erosion**. Nouvelle série. Fascicule 17. Clermont-Ferrand: Association des Publications de la Faculté des Lettres et Sciences Humaines de Clermont-Ferrand (France), 1983.
- NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. 2ª edição. Rio de Janeiro: IBGE – Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989.
- OLIVEIRA, Antonio M. dos S.; PONÇANO, Waldir L; SALOMÃO, Fernando X. de T.; DONZELI, Pedro L.; ROCHA, Gerônimo A. e VALÉRIO FILHO, Mário. Questões Metodológicas em diagnósticos regionais de erosão: a experiência pioneira da Bacia do Peixe Paranapanema – SP. In: **4º Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. (Anais). São Paulo: ABGE / DAEE, 1987. p.51-71
- OLIVEIRA, Marcelo A. T. de & MEIS, Maria R.M. Relações entre geometria do relevo e formas de erosão linear acelerada (Bananal, SP). In: **Geociências**. nº 4. São Paulo, 1985. p.87-99
- OLIVEIRA, Marcelo A. T. de. Erosion Disconformities and Gully Morphology: A Threedimensional Approach. In: **Catena: na interdisciplinary journal of Soil Science Hydrology – Geomorphology**. Vol. 16. W. Germany: Catena Verlag, 1989. p. 413-423
- _____. **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.
- _____. Taxas de erosão em um sistema integrado de voçorocas no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. In: **I Encontro de Geomorfologia do Sudeste**. (Anais). Rio de Janeiro: UFRJ, 1995a. p.178-181
- _____. Observação de marcas de erosão e cadastramento de voçorocas em meio rural. In: **5º Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. (Anais). Bauru – SP, ABGE / IPT / DIGEO, 1995b. p.253-255
- _____. Evolução de voçorocas e integração de canais em áreas de cabeceira de drenagem: modelo conceitual, taxas de erosão e sinergia de mecanismos. In: **Geosul**. N^{os}. 19/20 – Ano X – 1º e 2º semestres de 1995. Florianópolis, 1996. p. 153-182
- OLIVEIRA, Marcelo A. T. de; COELHO NETTO, Ana L. e AVELAR, André de S. Morfometria de Encostas e desenvolvimento de voçorocas no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. In: **Geociências**. São Paulo, 1994. p.9-23

- OLIVEIRA, Marcelo A. T. de; VIEIRA, Antonio Fábio G.; POSSAS, Heloisa P.; PAISANI, Julio C.; LOPES, Lilian J.; LIMA, Maria do Socorro B. de e PONTELLI, Marga E. Evolução de voçorocas e integração de Canais em áreas de cabeceira de drenagem: município de Resende, RJ. In: **I Simpósio Nacional de Geomorfologia**. (Anais). Uberlândia: Revista Sociedade & Natureza – EDUFU, 1996. p.211-213
- OLIVEIRA, Marcelo A. T. de & NASCIMENTO, Eloisa E. D. G. Alcovas de regressão e expansão de voçorocas em sedimentos inconsolidados: Praia Mole, Município de Florianópolis, SC. In: **I Simpósio Nacional de Geomorfologia**. (Anais). Uberlândia: Revista Sociedade & Natureza – EDUFU, 1996. p.206-210
- OLIVEIRA, Marcelo A. T. de & CAMARGO, Gisele. Integração de Estruturas de Abatimento e Erosão por Voçorocas: município de Lapa, PR. In: **I Simpósio Nacional de Geomorfologia**. (Anais). Uberlândia: Revista Sociedade & Natureza – EDUFU, 1996. 118-121
- REIS, Arthur César Ferreira. **Temas Amazônicos**. Manaus: Imprensa Oficial do Estado do Amazonas, 1983. 149 p.
- RIBEIRO FILHO, Vitor. A Periodização do Sistema Viário de Manaus – AM. In: **3º Simpósio Nacional de Geografia Urbana**. (ANAIS). Rio de Janeiro: AGB/CNPq/IBGE/UFRJ, 1993. p. 173-174
- RIBEIRO FILHO, Vitor. **Mobilidade Residencial em Manaus: Uma Análise Introdutória**. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro: UFRJ, 1997.
- ROUGERIE, Gabriel. Erosion du sol et couverts végétaux. In:_____. **Geografia des Paysages**. Paris: P.U.F. (s.d.).
- RUELLAN, Francis. O Papel das enxurradas no modelado do relevo brasileiro. In: **Boletim Paulista de Geografia**. Número Especial de 40 anos. Nº. 68. São Paulo, (s.d.).
- SALATI, Enéas. Modificações da Amazônia nos últimos 300 anos: suas conseqüências sociais e ecológicas. In: **BRITO, Sérgio de Salvo (ed.). Desafio Amazônico: O futuro da civilização dos trópicos**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília / CNPq, 1990. p. 23-46
- SÃO PAULO, Secretaria de Energia e Saneamento de. **Controle de Erosão**. 2ª edição. São Paulo: DAEE / IPT, 1990.
- SCHULTZ, L.A. **Métodos de conservação do solo**. Porto Alegre: Sagra, 1983.
- TOCANTINS, Leandro. **Euclides da Cunha e o Paraíso Perdido**. Série Euclides da Cunha. Volume VIII. Manaus: Edições Governo do Estado do Amazonas, 1966. 140 p.

- THOMAS, Michael F. Gully Erosion. In:_____. **Geomorphology In the tropics: a study of weathering and denudation In low latitudes**. Great Britain: John Wiley & Sons, 1994. p.145-154
- VASCONCELLOS, Luiz Gonzaga Falcão. Algumas considerações sobre confronto ambiental, arborização e áreas verdes na cidade de Manaus-Am. In: **Sociedade & Natureza**. Uberlândia: UFU, 1990. p.31-36
- VERTANATTI, Eugênio & BARANCOSKI, Ruy E.P. A ocorrência de voçorocas em dois aeroportos da Amazônia. In: **4º Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. (Anais). São Paulo: ABGE / DAEE, 1987. p.379-405
- VIEIRA, Neuza M. **Estudo Geomorfológico das Boçorocas de Franca – SP**. Franca: UNESP. Tese (Doutorado). Franca: UNESP, 1978.
- VIEIRA, Lúcio S. & SANTOS, Paulo C.T.C. dos. **Amazônia: seus solos e outros recursos naturais**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987.
- VIEIRA, Antonio Fábio & LIMA, Nágyla P.S. de. Mapeamento e estudo das voçorocas do sítio urbano de Manaus. In: **IV Jornada de Iniciação Científica do Estado do Amazonas – 1995**. (Anais). Manaus: FUA, 1995. p. 101
- VIEIRA, Antonio Fábio & LIMA, Nágyla 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, Antonio Fábio G.; LIMA, Nágyla P. S. de e SOUZA, Geraldo A. de. Mapeamento de voçorocas do sítio urbano de Manaus. In: **3ª Reunião Especial da SBPC**. (Anais). Florianópolis: 1996.
- VIEIRA, Antonio Fábio G. **Medidas de contenção de voçorocas do sítio urbano de Manaus**. Manaus: UFAM. Monografia (Bacharelado em Geografia). Dep. de Geografia da Universidade Federal do Amazonas, 1996.
- WILD, Alan. Soil erosion and conservation. In:_____. **Soils and the environment : an Introduction**. Great Britain: Cambridge University Press, 1993. p.233-248

ANEXO 1

DADOS PLUVIOMÉTRICOS

DADOS PLUVIOMÉTRICOS - ESTAÇÃO COBAL*													
Dia	jan**	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan***
1	X	7,6	3,2	31,8	2,5								25,5
2	X	20,4	7,6		7,6								12,7
3	X		8,9	21,6							5,1		12,7
4	X	0,9	12,7	25,5						6,4	3,8		7,6
5	X	0,5	3,8	30,6	119,7					14,0	14,0	4,5	
6		11,5	7,0		10,2	0,6							44,6
7		11,5	5,1	11,5									
8	10,2	44,6	8,3	12,7				22,9					
9	7,6	10,2	10,2	38,2	6,4								
10	11,5		14,0	15,3						1,3	15,3		
11		19,1	19,1			0,6		1,3					
12	15,3	38,2	16,6	33,1				28,0			57,3	8,9	
13	5,1	1,9	26,7					5,7			31,8		
14	0,3	6,4	22,9	20,4									
15			11,5	48,4	25,5								1,3
16	19,1		38,8										
17	5,1	1,3	14,0										2,5
18	17,8	28,0	6,4										50,9
19		38,2	5,1	10,2							25,5	7,0	
20			5,7		10,2						8,9		
21	3,8		19,1										
22	8,9	8,9		5,1						4,5			
23	0,9		28,0		3,8								14,0
24				15,3	5,1	0,6							
25	1,9	29,3			8,9								7,0
26	6,4	12,7	25,5	19,1							1,9		
27	10,2	3,8		26,7									38,2
28	3,8	11,5							1,3		1,3	21,6	
29	20,4			31,8							22,9		
30			16,6										30,6
31													
Total	148,2	306,3	336,8	397,3	199,9	1,8	0,0	57,9	1,3	26,1	187,8	186,5	103,1
Média	8,7	15,3	14	23,3	19,9	0,6	0	14,4	1,3	6,5	17	16,9	20,6
Total Geral = 1953,1 mm													

* Dados em mm

** Início: 06/01/97

*** Término: 06/01/98

DADOS PLUVIOMÉTRICOS - ESTAÇÃO MUNDO NOVO*

Dia	jan**	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan***
1	X	28,0	0,6										25,5
2	X	2,5		5,1							10,2		14,0
3	X	0,6	5,7										
4	X	7,6	3,8	2,5	3,8						0,6		35,7
5	X	2,5		56,0	0,6						26,7		26,7
6	X	6,4	5,1	5,1	56,0	0,6				10,2		4,5	35,7
7	X	11,5	17,8		0,6							1,3	
8	12,7	15,3	38,2	5,1	14,0			15,3		7,6			
9	0,6	12,7	22,9		38,2					0,6			
10	31,2	0,6	20,4	1,3	14,0				3,2	12,7	1,3		
11	0,6	10,2	7,6			1,3		3,2					
12	2,5	35,7	25,5	40,7	2,5	0,6		42,0			36,9	14,6	
13	5,1	6,4	8,9	5,1									
14		3,8	48,4					21,0			5,7		
15	0,6	3,8	3,8	3,8		1,3							
16	7,6		35,7	1,9	3,8								
17	35,7	4,5	3,8	0,6	0,6								
18	7,6	73,8	1,3										98,0
19		3,8	20,4		0,6						7,6	3,2	
20		5,1		2,5						22,9	12,1		
21		0,6	6,4	0,6									
22	7,6		0,6	1,3									
23			2,5										28,0
24		7,6		28,0		0,6				26,7			
25	0,6			0,6	7,6			1,3		0,6	3,2		
26	1,3	8,9		10,2	35,7								6,4
27	1,3	45,8	20,4	12,7							0,6	3,8	
28	11,5	10,2		14,0	2,5	3,2					2,5	3,8	
29	3,2				22,9			1,9		5,7	28,6		
30			17,8	3,8	1,3						3,8	42,0	
31			6,4									10,2	
Total	129,9	308,1	324,0	201,2	205,0	7,6	0,0	84,7	3,2	87,2	140,1	215,8	137,6
Média	8,1	12,8	14	10	12,8	1,2	0	14,1	3,2	10,9	10,7	19,6	27,5
Total Geral = 1844,4 mm													

* Dados em mm

** Início: 06/01/97

*** Término: 06/01/98

DADOS PLUVIOMÉTRICOS - ESTAÇÃO INMET

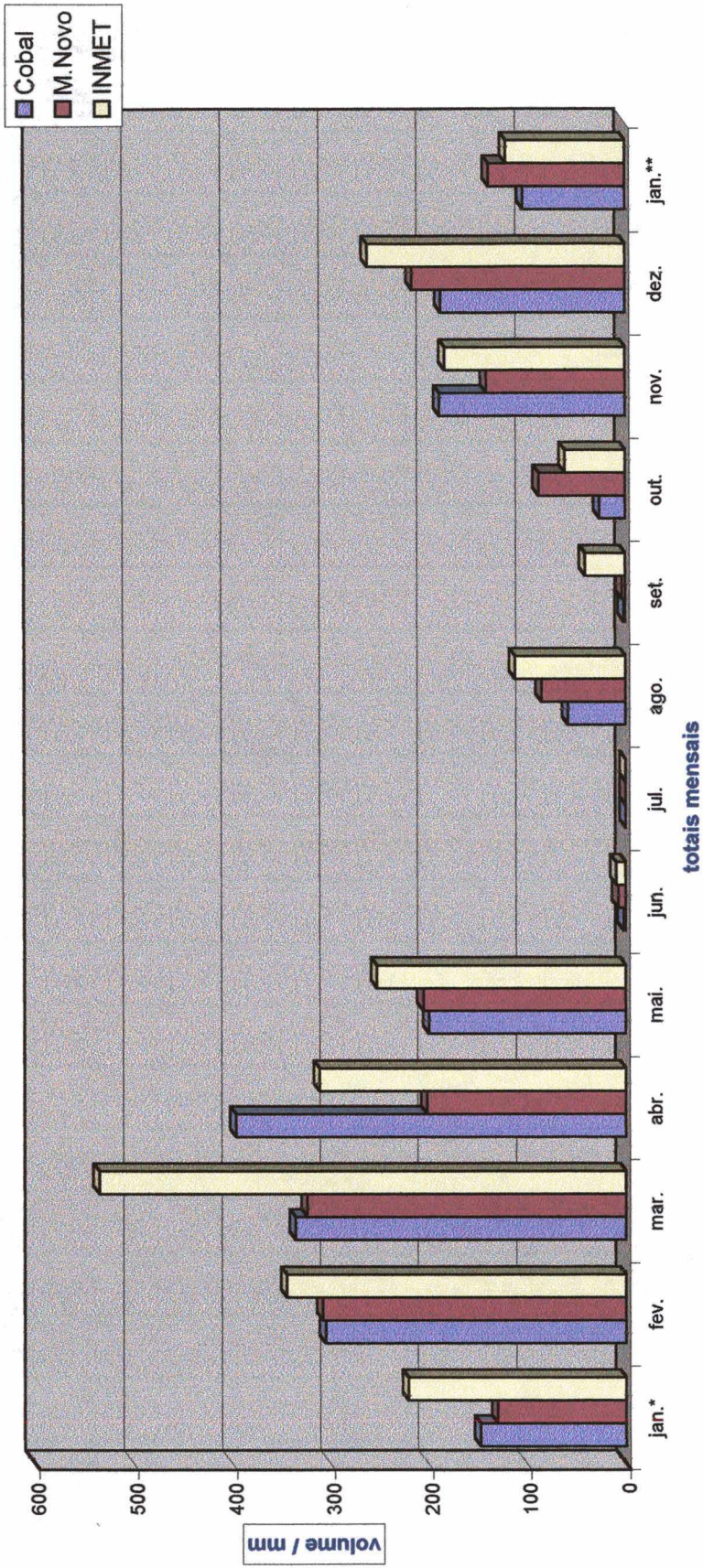
Dia	jan**	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan***
1	X	36,4	13,4	1,2								13,0	27,0
2	X	41,2	5,6	4,0							2,8		12,1
3	X	1,4	10,0										14,0
4	X		31,2	13,4							7,0	2,0	
5	X	10,8	11,5	57,5						31,4	25,0	0,2	28,2
6		10,4	19,2	8,6	105,0	0,7				5,4	5,6	0,1	39,0
7		7,0	17,3		2,0								
8	14,1	26,0	5,6	13,4	24,0			12,3		18,6			
9	8,2	7,8	54,6		23,8	3,4		11,0	28,2				
10	4,6		26,0	30,1	40,6	4,4				0,1	5,0	16,0	
11	0,7	14,8	9,0					2,0			2,0		
12	6,4	35,2	50,0	75,2				64,3			11,8	12,6	
13	8,1	12,0	16,4	9,5				3,0					
14	2,0	7,0	36,0					17,4	4,2		36,0	1,0	
15		2,8	3,0	15,8									
16	11,0		37,3	0,7	8,6								
17	28,1	2,9	19,4	7,3									
18	24,4	55,8		3,7				1,5				88,4	
19		6,0	33,2								10,6	4,7	
20		8,0									16,4		
21	2,8	7,6	8,0										
22	27,7		0,7		3,2				0,1				
23	4,5		36,0							5,4		26,0	
24		16,2		5,8									
25	0,4				7,4								
26	11,0	1,8		27,0	25,0						2,5	25,0	
27	2,5	18,0	38,0	7,0								9,0	
28	14,3	15,4		19,9					8,0		1,0	37,5	
29	40,6		0,7		12,6	1,0					56,6		
30			42,7	10,7								8,8	
31			10,3									17,2	
Total	220,6	344,5	534,9	310,8	252,2	9,5	0,0	111,5	40,5	60,9	182,3	261,5	120,3
Média	12,2,	15,6	21,3	17,2	25,2	2,3	0	15,9	10,1	12,1	14	17,4	24
Total Geral = 2440,3 mm													

* Dados em mm

** Início: 06/01/97

*** Término: 06/01/98

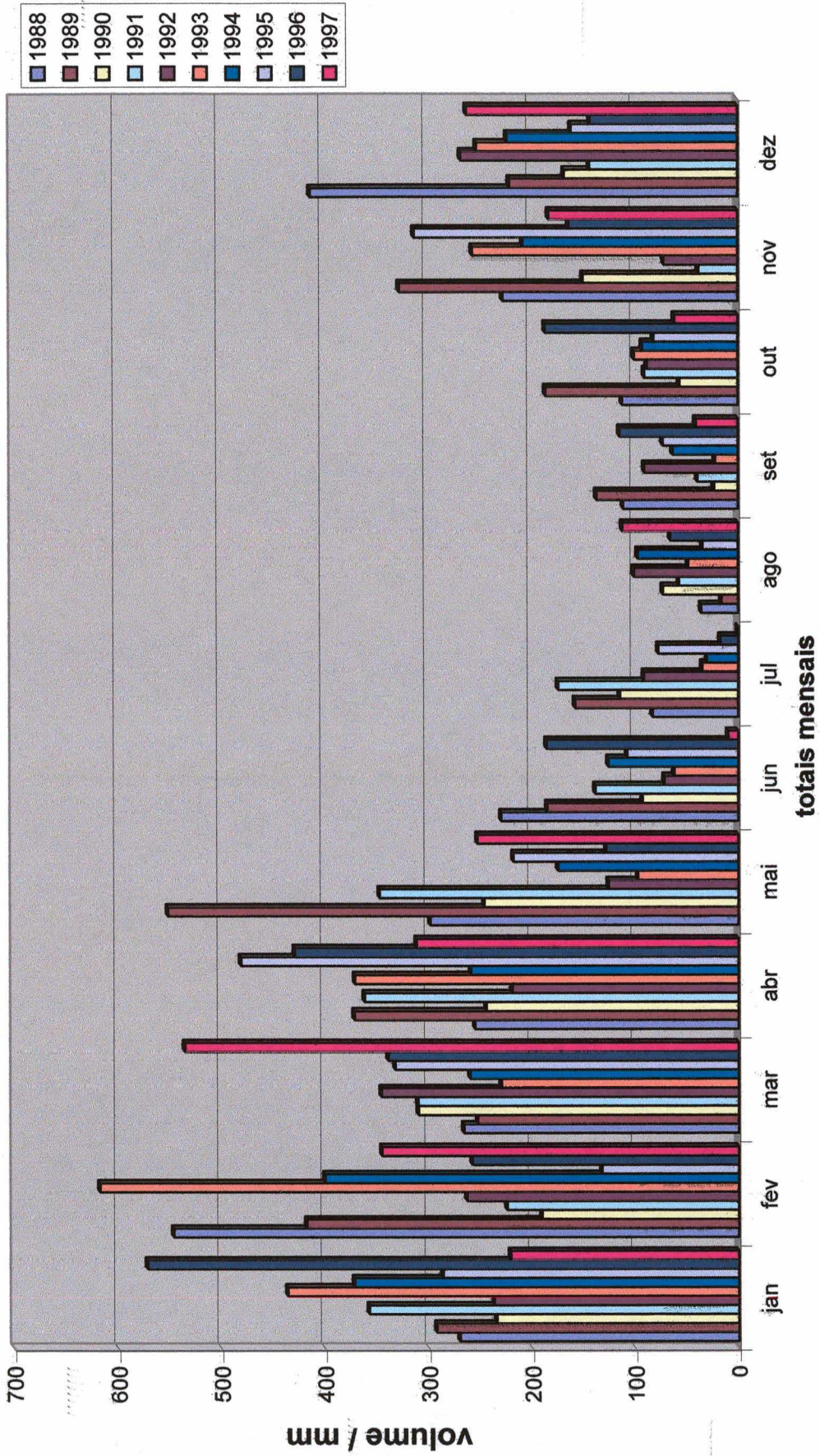
Dados Pluviométricos



DADOS PLUVIOMÉTRICOS - ESTAÇÃO INMET													
ANO	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total
1988	269,7	546,0	265,6	254,7	297,7	229,1	82,3	35,6	110,6	111,5	226,9	412,1	2572,1
1989	292,0	417,0	252,2	370,8	551,1	184,5	157,5	15,8	136,4	185,6	326,4	220,1	3109,4
1990	234,1	190,0	309,2	243,8	245,6	92,2	114,1	72,3	22,8	56,0	149,3	167,3	1896,7
1991	356,8	223,9	309,7	360,9	346,2	137,9	173,9	56,8	39,0	89,9	37,9	142,9	2275,8
1992	236,5	262,7	344,8	218,6	125,3	71,0	90,8	100,3	90,0	87,4	71,2	267,1	1965,7
1993	435,5	617,4	229,2	370,3	96,8	61,5	34,6	47,7	21,9	99,8	256,1	251,8	2522,6
1994	371,1	399,5	259,5	258,7	174,2	125,2	29,9	96,7	62,6	91,8	207,3	222,5	2299,0
1995	286,0	132,0	331,4	480,5	217,5	107,0	76,9	34,2	72,4	81,0	312,0	160,5	2291,4
1996	571,3	257,6	338,1	428,5	127,5	185,1	16,9	65,0	114,0	186,0	163,0	142,2	2595,2
1997	220,6	344,5	534,9	310,8	252,2	9,5	0,0	111,5	40,5	60,9	182,3	261,5	2329,2
Soma	3003,9	3390,6	3174,6	3297,6	2434,1	1203	776,9	635,9	710,2	1049,9	1932,4	2248	

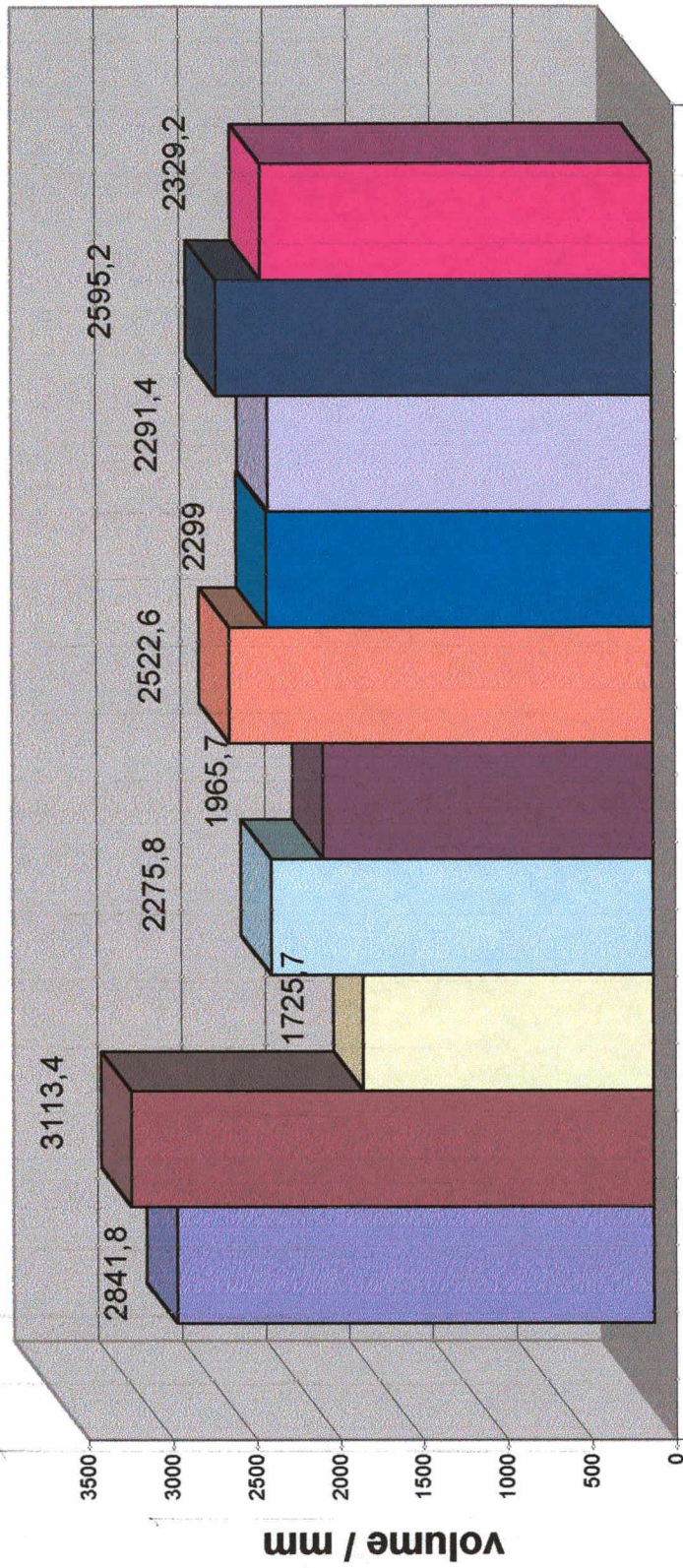
Dados em mm.

DADOS PLUVIOMÉTRICOS - ESTAÇÃO INMET



DADOS PLUVIOMÉTRICOS - ESTAÇÃO INMET 1988 a 1997

- 1988
- 1989
- 1990
- 1991
- 1992
- 1993
- 1994
- 1995
- 1996
- 1997

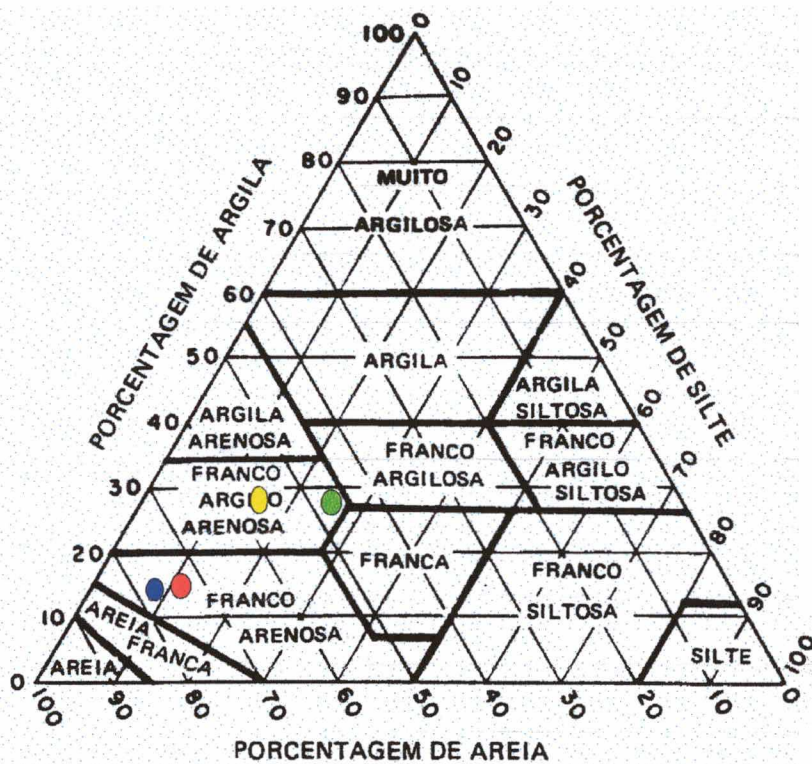


Totais anuais

ANEXO 2

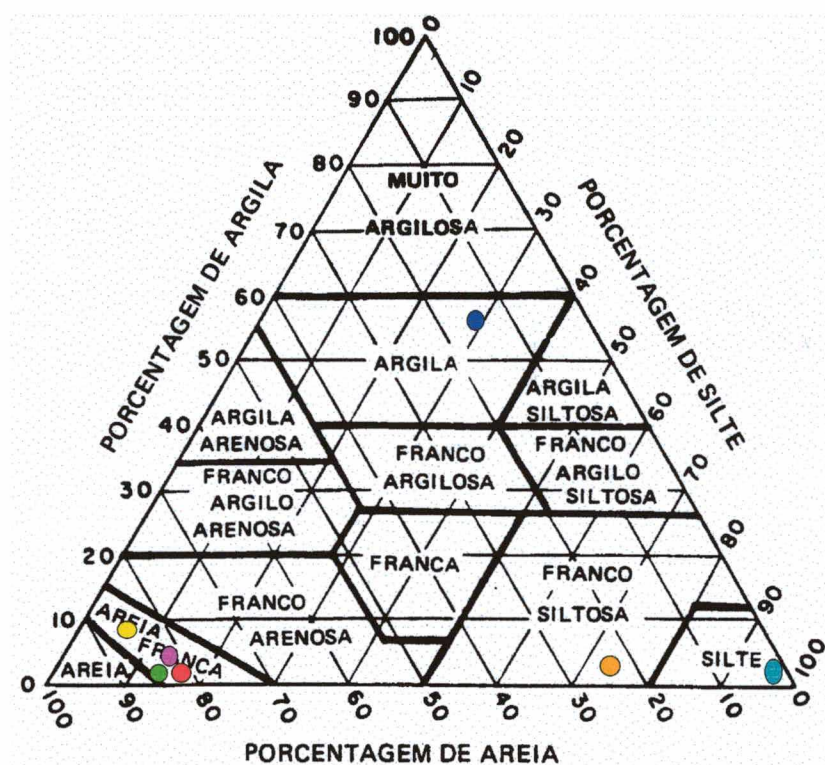
DADOS GRANULOMÉTRICOS

RESULTADOS ANALÍTICOS VOÇOROCA PETROBRÁS - PERFIL 1



RESULTADOS ANALÍTICOS

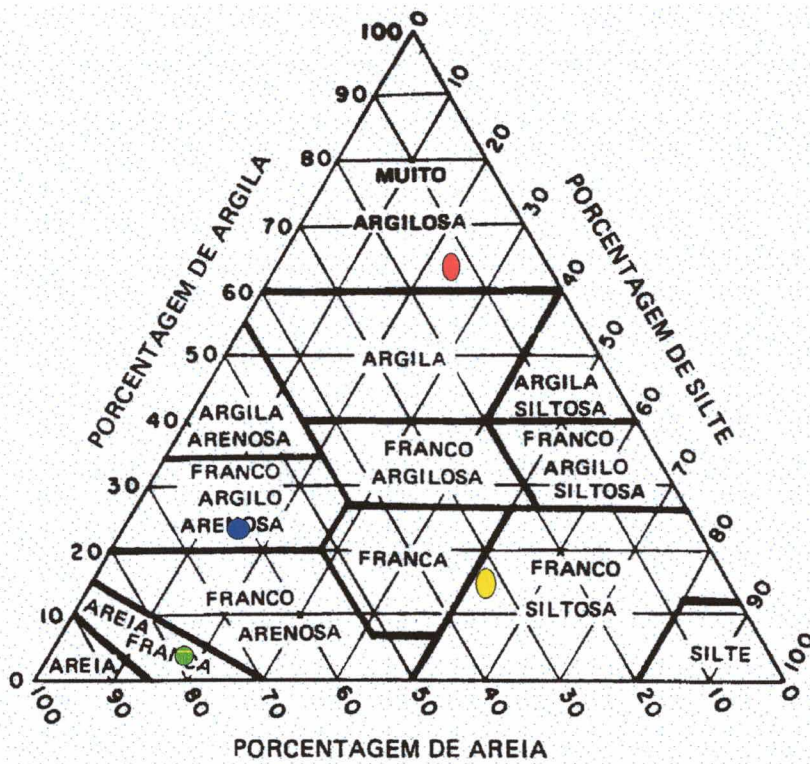
VOÇOROCA SIDERAMA 1 - PERFIL 1



- Am 01 SD1 1.1 / alt. 0-10 cm
- Am 01 SD1 1.2 / alt. 105-1125 cm
- Am 01 SD1 1.3 / alt. 1125-1140 cm
- Am 01 SD1 1.4 / alt. 1140-1265 cm
- Am 01 SD1 1.5 / alt. 1265-1279 cm
- Am 01 SD1 1.6 / alt. 1279-1453 cm
- Am 01 SD1 1.7 / alt. 1453-1455 cm

RESULTADOS ANALÍTICOS

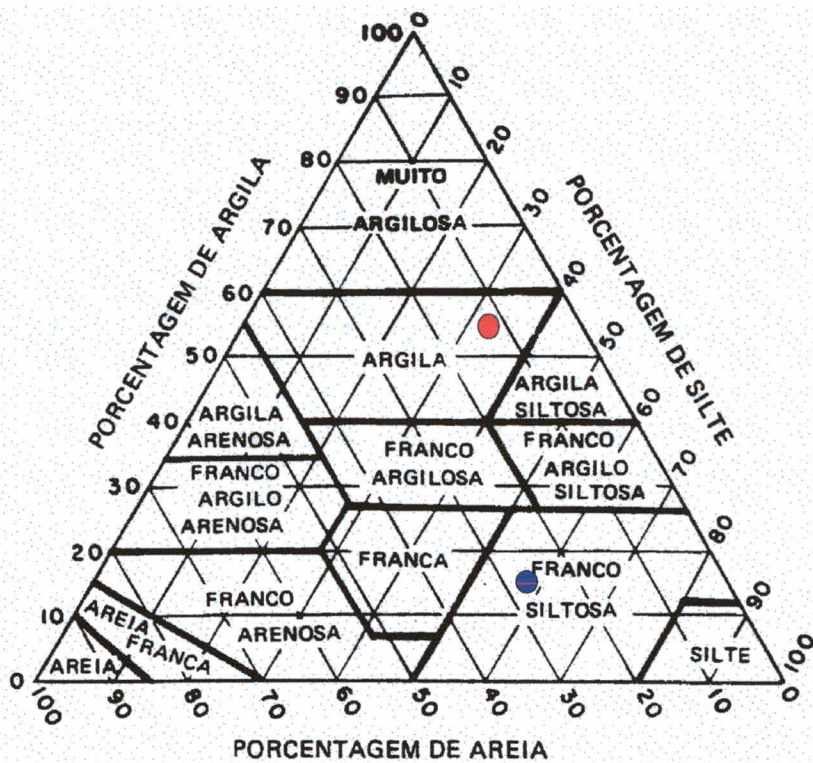
VOÇOROCA SIDERAMA 1 - PERFIL 2



- Am 01 SD1 2.1 / alt. 0-10 cm
- Am 01 SD1 2.2 / alt. 1410-1421 cm
- Am 01 SD1 2.3 / alt. 1421-1530 cm
- Am 01 SD1 2.4 / alt. 1530-1700 cm

RESULTADOS ANALÍTICOS

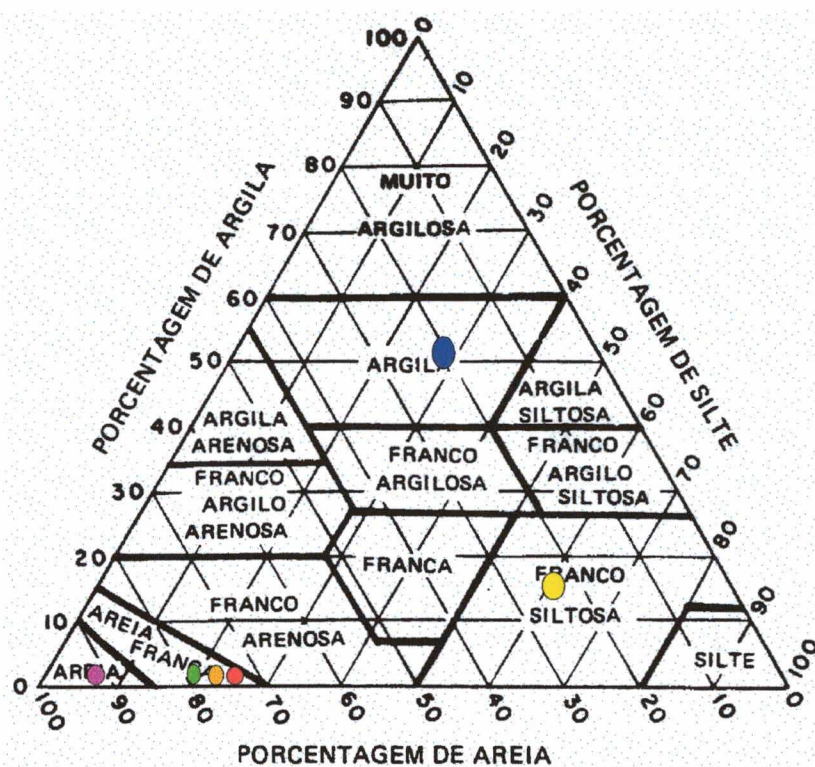
VOÇOROCA SIDERAMA 1 - PERFIL 3



- Am 01 SD1 3.1 / alt. 0-10 cm
- Am 01 SD1 3.2 / alt. 1050-1270 cm

RESULTADOS ANALÍTICOS

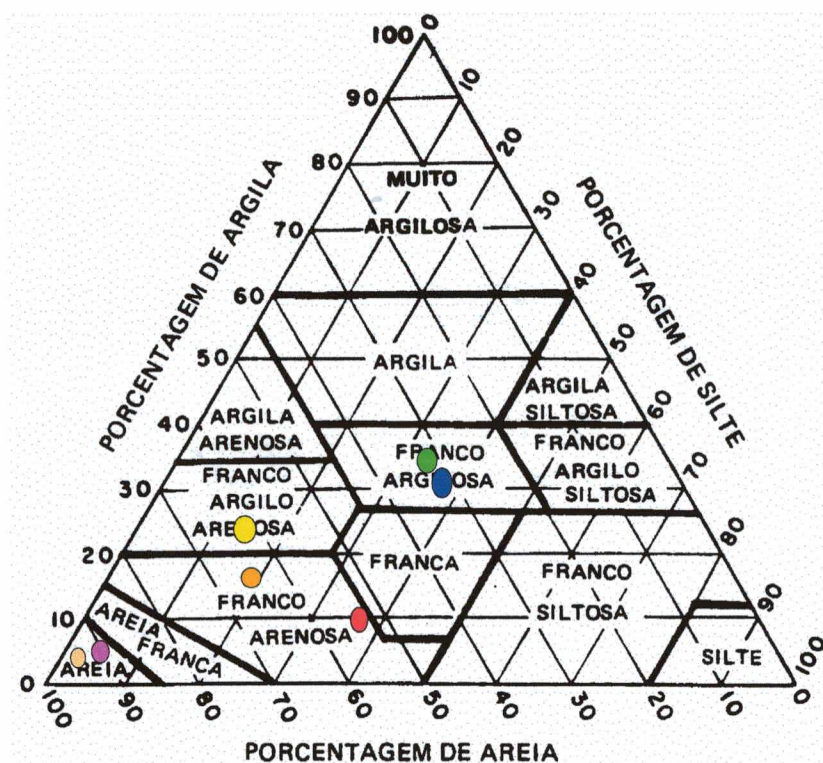
VOÇOROCA SIDERAMA 2 - PERFIS 2 e 3



- | | |
|--------------|-----------------------------------|
| ● (Azul) | AM 01 SD2 2.1 / alt. 0-10 cm |
| ● (Amarelo) | AM 01 SD2 3.1 / alt. 0-10 cm |
| ● (Vermelho) | AM 01 SD2 3.2 / alt. 1080-1135 cm |
| ● (Verde) | AM 01 SD2 3.3 / alt. 1137-1150 cm |
| ● (Laranja) | AM 01 SD2 3.4 / alt. 1154-1240 cm |
| ● (Púrpura) | AM 01 SD2 3.5 / alt. 1240-1270 cm |

RESULTADOS ANALÍTICOS

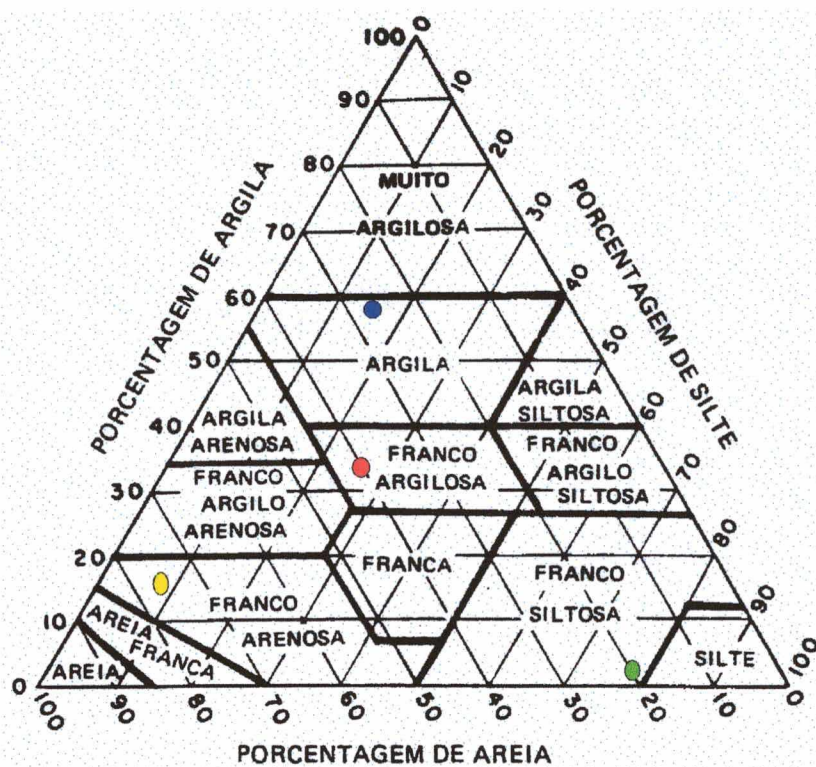
VOÇOROCA SIDERAMA 2 - PERFIS 5-6-8



- AM 01 SD2 5.1 / alt. 0-10 cm
- AM 01 SD2 5.2 / alt. 770-814 cm
- AM 01 SD2 5.3 / alt. 950-980 cm
- AM 01 SD2 6.1 / alt. 0-10 cm
- AM 01 SD2 6.2 / alt. 777-1000 cm
- AM 01 SD2 8.1 / alt. 1822-1833 cm
- AM 01 SD2 8.2 / alt. 1858-1862 cm

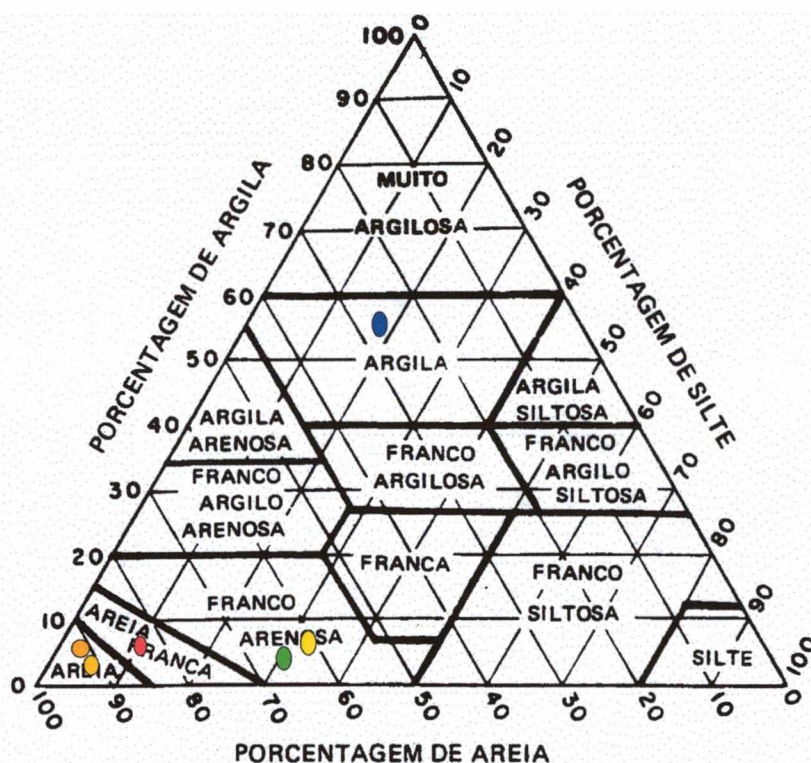
RESULTADOS ANALÍTICOS

VOÇOROCA SIDERAMA 3 - PERFIS 1-2



- AM 01 SD3 1.1 / alt. 0-30 cm
- AM 01 SD3 2.1 / alt. 596-706 cm
- AM 01 SD3 2.2 / alt. 706-741 cm
- AM 01 SD3 2.3 / alt. 1083-1120 cm

RESULTADOS ANALÍTICOS VOÇOROCA SIDERAMA 3 - PERFIL 3



- AM 01 SD3 3.1 / alt. 0-10 cm
- AM 01 SD3 3.2 / alt. 904-985 cm
- AM 01 SD3 3.3 / alt. 985-1009 cm
- AM 01 SD3 3.4 / alt. 1009-1018 cm
- AM 01 SD3 3.5 / alt. 1018-1100 cm
- AM 01 SD3 3.6 / alt. 1100-1110 cm

ANEXO 3

CADASTRO DAS VOÇOROCAS

**CADASTRO
DAS VOÇOROCAS QUE
NÃO RECEBERAM
MEDIDAS DE
CONTENÇÃO**

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 02 / 05 / 95			FICHA Nº 001/98
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 15 / 01 / 98			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: Estrada da Refinaria		ZONA: Sul	
BAIRRO: Vila Buriti			
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Petrobrás			
TIPO: Conectada		FORMA: Composta	
2. DADOS DA VOÇOROCA		1º cad.	2º cad.
COMPRIMENTO:	42 m	42 m	3. CARACTERÍSTICA DA ENCOSTA
LARGURA:	5 m	7,5 m	DECLIVIDADE: 2º
PROFUNDIDADE:	2,5 m	2,5 m	FORMA: Plana
ORIENTAÇÃO:	NNE-SSO	NNE-SSO	
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Área terraplanada com presença de arbustos e gramíneas. Apresenta área de contribuição de cerca de 738 m ² .			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Surgiu provavelmente após a retirada da cobertura vegetal e posterior terraplanagem.			
6. DANOS MATERIAIS			
Perda de cerca de 540 m ² de área.			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Nenhuma.			
CUSTO US\$			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Lento processo de crescimento, principalmente na cabeceira, a qual encontra-se quase toda "coberta" por vegetação do tipo gramíneas e pequenos arbustos.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			
A largura aqui apresentada refere-se a parte inferior da voçoroca (limite monitorado), uma vez que, a cabeceira desta apresenta-se com ramificações.			

FICHA DE CADASTRAMENTO				
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 02 / 05 / 95		FICHA Nº 002/98		
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 09 / 01 / 98				
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA				
ACESSO: BR 319		ZONA: Sul		
BAIRRO: Distrito Industrial				
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Cobal				
TIPO: Integrada	FORMA: Retangular			
2. DADOS DA VOÇOROCA		Cad. a	Cad. b	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
COMPRIMENTO:	21 m	26 m	DECLIVIDADE: 5º (Cabeceira)	
LARGURA:	24 m	30,5 m	FORMA: Convexa	
PROFUNDIDADE:	14 m	14,9m		
ORIENTAÇÃO:	W-E	W-E		
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE				
Área ocupada pelo prédio da Cobal, e pista asfaltada, com canaletas que convergem para dentro da área ocupada pela voçoroca. Apresenta área de contribuição de cerca de 5.653 m ² .				
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA				
Desenvolveu-se a partir da canalização das águas pluviais das vias pavimentadas.				
6. DANOS MATERIAIS				
Inutilização de 2.622 m ² de área.				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA				
Nenhuma.				
CUSTO US\$				
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO				
Segundo os monitoramentos efetuados durante o período de 06.01.97 a 09.01.98, esta voçoroca tende a evoluir mais rapidamente na cabeceira, observando-se também uma expansão mais moderada nas laterais.				
9. OBSERVAÇÕES GERAIS				
Os valores referentes ao comprimento referem-se somente a parte monitorada da voçoroca (Cabeceira). A voçoroca tem ao todo cerca de 70 m de comprimento.				

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 02 / 05 / 95		FICHA Nº 003/98	
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 12 / 11 / 98			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: Rua São Francisco		ZONA: Leste	
BAIRRO: Mauzinho			
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Mauzinho – 1			
TIPO: Conectada		FORMA: Bulbiforme	
2. DADOS DA VOÇOROCA	Cad. a	Cad. b	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
COMPRIMENTO:	60 m	80 m	DECLIVIDADE: 36°
LARGURA:	40 m	65 m	FORMA: côncava
PROFUNDIDADE:	20 m	20 m	
ORIENTAÇÃO:	NSE- NSO	NSE- NSO	
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Área ocupada por habitações. Apresenta uma área de contribuição de cerca de 300m ² com 14 casas que contribuem aproximadamente com um total de 168m ³ de água ao mês.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Desenvolveu-se a partir da canalização das águas pluviais das vias pavimentadas.			
6. DANOS MATERIAIS			
Inutilização de 5.200 m ² de área.			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Nenhuma.			
CUSTO US\$			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Apresenta-se estagnada. Apesar de se observar um aumento tanto no comprimento como na largura, os dados do primeiro monitoramento (02/05/95) não foram tirados com maior precisão devido, na época, à área ser de difícil acesso.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			
No interior desta voçoroca observa-se a presença de bambus, gramíneas e pequenos arbustos, além de algumas embaúbeiras (<i>Cecropias</i>).			

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 02 / 05 / 95		FICHA Nº 004/98	
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 12 / 11 / 98			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: Rua Natal / Rua Paraíso		ZONA: Leste	
BAIRRO: Mauzinho			
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Mauzinho – 2			
TIPO: Conectada		FORMA: Retangular	
2. DADOS DA VOÇOROCA		Cad. a	Cad. b
COMPRIMENTO:	40 m	65 m	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
LARGURA:	15 m	32 m	DECLIVIDADE: 14°
PROFUNDIDADE:	8 m	13 m	FORMA: côncava
ORIENTAÇÃO:	NNE-SSO	NNE-SSO	
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Área ocupada por habitações e vias pavimentadas. Apresenta uma área de contribuição de cerca de 6.120m ² , com 149 casas que contribuem aproximadamente com um total de 1.788m ³ de água por mês ou cerca de 59,6m ³ diários.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Desenvolveu-se a partir da canalização das águas pluviais das vias pavimentadas.			
6. DANOS MATERIAIS			
Inutilização de 2.080 m ² de área. Destruição de cerca de 5 casas e parte das ruas Natal e Paraíso. Os danos referentes somente às casas destruídas ficam em torno de R\$ 20.000,00. Os danos referentes às ruas atingidas não foram possíveis estimar. No entanto, tomando como base o preço dos terrenos no local e a área destruída das ruas (cerca de 210m ²) e multiplicando pelo preço do m ² (R\$ 20,00) tem-se uma perda de aproximadamente R\$ 4.200,00. Porém, os danos não devem ser observados levando em conta somente o terreno, pois a destruição destas ruas envolve outros materiais, como: esgoto, asfalto, calçada e que, se fossem contabilizados, possivelmente os prejuízos financeiros seriam maiores.			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Nenhuma.			
CUSTO US\$			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Processo de expansão tanto na cabeceira, como nas laterais.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			
A utilização da voçoroca pelos moradores locais como depósito de lixo tem, a até certo ponto, diminuído a velocidade de expansão da voçoroca. No entanto, esta prática traz um agravante: a proliferação de doenças em virtude de atrair mais ratos e baratas, aumentando assim a possibilidade de contaminação por doenças, como a leptospirose e a hepatite, entre outras.			

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 02 / 05 / 95		FICHA Nº 005/98	
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 12 / 11 / 98			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: Rua Natal / Rua Paraíso		ZONA: Leste	
BAIRRO: Mauazinho			
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Mauazinho – 3			
TIPO: Conectada		FORMA: Retangular	
2. DADOS DA VOÇOROCA		Cad. a	Cad. b
COMPRIMENTO:	58 m	74 m	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
LARGURA:	15 m	21 m	DECLIVIDADE: 19º
PROFUNDIDADE:	8 m	11 m	FORMA: côncava
ORIENTAÇÃO:	NNE-SSO		
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Área ocupada por habitações e vias pavimentadas. Apresenta uma área de contribuição de cerca de 2.040m ² , com 56 casas que contribuem aproximadamente com um total de 672m ³ de água ao mês ou cerca de 22,4m ³ diários.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Segundo moradores, surgiu por volta de 1992 devido à canalização das águas pluviais das vias pavimentadas.			
6. DANOS MATERIAIS			
Inutilização de 1.554m ² de área. Destruição de cerca de 6 casas, com prejuízos estimados na ordem de R\$ 24.000,00.			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Nenhuma.			
CUSTO US\$			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Processo de expansão tanto na cabeceira como nas laterais. No 1º cadastramento, a cabeceira desta voçoroca estava próxima cerca de 2 m da cabeceira da Voçoroca Mauazinho 2. No último cadastramento, observa-se a união das cabeceiras destas duas voçorocas.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 02 / 05 / 95		FICHA Nº 006/98	
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 12 / 11 / 98			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: Rua Men de Sá		ZONA: Leste	
BAIRRO: Mauazinho			
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Mauazinho – 4			
TIPO: Conectada		FORMA: Retangular	
2. DADOS DA VOÇOROCA	Cad. a	Cad. b	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
COMPRIMENTO:	40 m	43 m	DECLIVIDADE: 28°
LARGURA:	26 m	36 m	FORMA: côncava
PROFUNDIDADE:	8 m	13 m	
ORIENTAÇÃO:	NSE- SNO		
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Área ocupada por habitações e vias pavimentadas. Apresenta uma área de contribuição de cerca de 12.890m ² , com 86 casas que contribuem aproximadamente com um total de 1.032m ³ de água por mês ou cerca de 34,4m ³ diários.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Segundo moradores, desenvolveu-se a partir da abertura da Rua Bom Jesus em 1987, que recebia toda água da chuva vinda da Rua Rio Negro. A área segundo moradores era composta basicamente por grama e atualmente é asfaltada, propiciando desta forma um impermeabilização do terreno e conseqüentemente um fluxo superficial mais intenso que o observado anteriormente, quando gramado.			
6. DANOS MATERIAIS			
Inutilização de 1548m ² de área. Destruição de 6 casas, onde os danos referentes somente às casas destruídas fica em torno de R\$ 24.000,00 segundo preços de casas à venda no local, que fica entre R\$ 3.000,00 e R\$ 5.000,00 reais.			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Nenhuma.			
CUSTO US\$			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Processo de expansão tanto na cabeceira como nas laterais.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			
Nas fotografias aéreas de 1991, não se observa a presença desta voçoroca. Possivelmente a vegetação existente no local não permitiu que fosse registrada pelo levantamento aerofotogramétrico realizado naquele ano (1991). Ou ainda, tornou-se imperceptível naquele momento devido a seu estágio inicial de desenvolvimento.			

FICHA DE CADASTRAMENTO				
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 13 / 05 / 95		FICHA Nº 007/98		
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 08 / 10 / 97				
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA				
ACESSO: Estrada do Aleixo		ZONA: Leste		
BAIRRO: São José Operário				
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca São José-1				
TIPO: Desconectada FORMA: Retangular				
2. DADOS DA VOÇOROCA		Cad. a	Cad. b	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
COMPRIMENTO:	24 m			DECLIVIDADE: 18°
LARGURA:	11,5 m			FORMA: Côncava
PROFUNDIDADE:	8 m			
ORIENTAÇÃO:	SSO- NNO			
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE Terreno sem cobertura vegetal. Área terraplanada.				
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA Originou-se devido à retirada da cobertura vegetal e posterior processo de terraplanagem.				
6. DANOS MATERIAIS Perda de área de aproximadamente 276 m ² .				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA Nenhuma.				
CUSTO US\$				
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO Não nos foi permitido entrar na área onde se desenvolve esta voçoroca. Atualmente esta área serve como depósito de sucatas (ferro, alumínio, carros batidos, etc.)				
9. OBSERVAÇÕES GERAIS				

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 13 / 05 / 95		FICHA Nº 008/98	
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 08 / 10 / 97			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: Estrada do Aleixo		ZONA: Leste	
BAIRRO: São José Operário			
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca São José-2			
TIPO: Desconectada		FORMA: Linear	
2. DADOS DA VOÇOROCA		Cad. a	Cad. b
COMPRIMENTO:	47 m		3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
LARGURA:	4 m		DECLIVIDADE: 2º
PROFUNDIDADE:	2 m		FORMA: Plana
ORIENTAÇÃO:	L-O		
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Terreno sem cobertura vegetal. Área terraplanada.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Provavelmente, originou-se devido à retirada da cobertura vegetal e posterior processo de terraplanagem.			
6. DANOS MATERIAIS			
Perda de área de aproximadamente 100 m ² .			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Nenhuma.			
CUSTO US\$			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Não nos foi permitido entrar na área onde se desenvolve esta voçoroca. Atualmente esta área serve como depósito de sucatas (ferro, alumínio, carros batidos, etc.)			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 29 / 04 / 95		FICHA N.º 009/98	
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 20 / 11 / 97			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO:			
BAIRRO: Cidade Nova – Conj. Canaranas		ZONA: Norte	
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Canaranas-2			
TIPO: Integrada		FORMA: Retangular	
2. DADOS DA VOÇOROCA		Cad. a	Cad. b
COMPRIMENTO:	20 m	40 m	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
LARGURA:	10 m	30 m	DECLIVIDADE: 42º
PROFUNDIDADE:	8 m	17 m	FORMA: Convexa
ORIENTAÇÃO:	E-W	E-W	
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Área urbanizada com casas e vias pavimentadas. Apresenta área de contribuição de cerca de 1.319 m ² . Quatorze (14) casas contribuem para a expansão desta voçoroca com cerca de 644 m ³ de água por mês, o que equivale a uma média de 21m ³ diários.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Surgiu a partir do desvio das tubulações de esgoto da Voçoroca Canaranas-Desvio.			
6. DANOS MATERIAIS			
Perda de área de aproximadamente 1.200 m ² .			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Nenhuma.			
CUSTO US\$			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Em moderado processo de crescimento tanto na cabeceira como nas laterais.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			
Os dados referentes a comprimento, largura e profundidade são aproximados devido á dificuldade de acesso a esta voçoroca. No entanto, a margem de erro nestas medições não chega a 5%.			
Os valores referentes ao despejo de água nas voçorocas, a partir das 14 casas ali existentes foram conseguidos através das contas de água de cada casa. Vale frisar que esse dados não são representativos do consumo de água do local (644m ³) uma vez que algumas têm sua contas taxadas, e portanto, podem, possivelmente, consumir mais que o registrado, ou então, consumir menos.			

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 29 / 04 / 95		FICHA Nº 010/98	
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 20 / 11 / 97			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO:		ZONA: Norte	
BAIRRO: Cidade Nova – Conj. Canaranas			
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Canaranas-4			
TIPO: Conectada		FORMA: Retangular	
2. DADOS DA VOÇOROCA	1º cad.	2º cad.	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
COMPRIMENTO:	20 m		DECLIVIDADE: 42°
LARGURA:	10 m		FORMA: Convexa
PROFUNDIDADE:	8 m		
ORIENTAÇÃO:	NNE-SSO		
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Próximo à cabeceira, área totalmente tomada por vegetação secundária e um pouco mais a montante área urbanizada com casas e vias pavimentadas.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Provavelmente, originou-se devido a um “movimento de massa” ocorrido na encosta na qual se encontra.			
6. DANOS MATERIAIS			
Perda de área de aproximadamente 200 m ² .			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Nenhuma.			
CUSTO US\$			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Não foi possível medir novamente esta voçoroca, pois o local onde se encontra apresenta-se de difícil acesso em virtude da grande quantidade de plantas rasteiras e arbustos, que tornam a aproximação extremamente perigosa em virtude de não enxergarmos a borda da voçoroca. A aproximação pela parte inferior da voçoroca também não é possível devido às condições do terreno serem do tipo “encharcadas”. No entanto, comparando as fotografias tiradas em abril/1995 com as tiradas em novembro/97 não se percebe processo de evolução desta voçoroca, demonstrando a mesma estar estagnada.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 15 / 07 / 95			FICHA Nº 011/98
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 20 / 11 / 97			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: Rua 52			
BAIRRO: Cidade Nova - Conjunto Francisca Mendes I			ZONA: Norte
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Francisca Mendes-1			
TIPO: Desconectada		FORMA: Entrelaçada	
2. DADOS DA VOÇOROCA	Cad. a	Cad. b	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
COMPRIMENTO:	18 m	36,1	DECLIVIDADE: 42°
LARGURA:	3 m	2 m	FORMA: Convexa
PROFUNDIDADE:	2,5 m	2,8 m	
ORIENTAÇÃO:	N-S	N-S	
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Terreno sem cobertura vegetal. Área terraplanada.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Provavelmente, originou-se devido à retirada da cobertura vegetal e posterior processo de terraplanagem.			
6. DANOS MATERIAIS			
Perda de área de aproximadamente 200 m ² .			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Nenhuma.			
CUSTO US\$			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Da cabeceira até 21m a largura fica em torno de 2,8m e profundidade média de 2m. A partir de 21,5 a 36m a largura chega a atingir 5,5m e profundidade em torno dos 3,6m.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 15 / 07 / 95			FICHA Nº 012/98
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 20 / 11 / 97			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: Rua 52			
BAIRRO: Cidade Nova - Conjunto Francisca Mendes I			ZONA: Norte
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Francisca Mendes-3			
TIPO: Desconectada		FORMA: Entrelieça	
2. DADOS DA VOÇOROCA	Cad. a	Cad. b	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
COMPRIMENTO:	38 m	38 m	DECLIVIDADE: 5°
LARGURA:	18 m	20 m	FORMA: Convexa
PROFUNDIDADE:	4 m	5,1 m	
ORIENTAÇÃO:	N-S		
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Área urbanizada com casas e vias pavimentadas e área terraplanada sem cobertura vegetal.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Surgiu a partir do processo de retirada da cobertura vegetal e posterior terraplanagem.			
6. DANOS MATERIAIS			
Perda de área de aproximadamente 760 m ² .			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Nenhuma.			
CUSTO US\$			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Em estágio estagnado de evolução tanto na cabeceira como nas laterais.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			
A partir de 36m, esta voçoroca apresenta um canal de aproximadamente 104m de comprimento com largura que varia de 1m a 30cm com uma profundidade entre 4,70m a 2,20m.			

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 15 / 07 / 95			FICHA Nº 013/98
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 20 / 11 / 97			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: Rua 52 BAIRRO: Cidade Nova - Conjunto Francisca Mendes I ZONA: Norte NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Francisca Mendes-4 TIPO: Desconectada FORMA: Retangular			
2. DADOS DA VOÇOROCA		Cad. a	Cad. b
COMPRIMENTO:	18 m	19,8m	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
LARGURA:	5 m	5 m	DECLIVIDADE: 5°
PROFUNDIDADE:	3,5 m	3,8 m	FORMA: Convexa
ORIENTAÇÃO:	N-S	N-S	
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Terreno sem cobertura vegetal. Área terraplanada.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Originou-se após a retirada da cobertura vegetal e posterior processo de terraplanagem.			
6. DANOS MATERIAIS			
Perda de área de aproximadamente 100 m ² .			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Nenhuma.			
CUSTO US\$			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Em processo de estagnação			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			

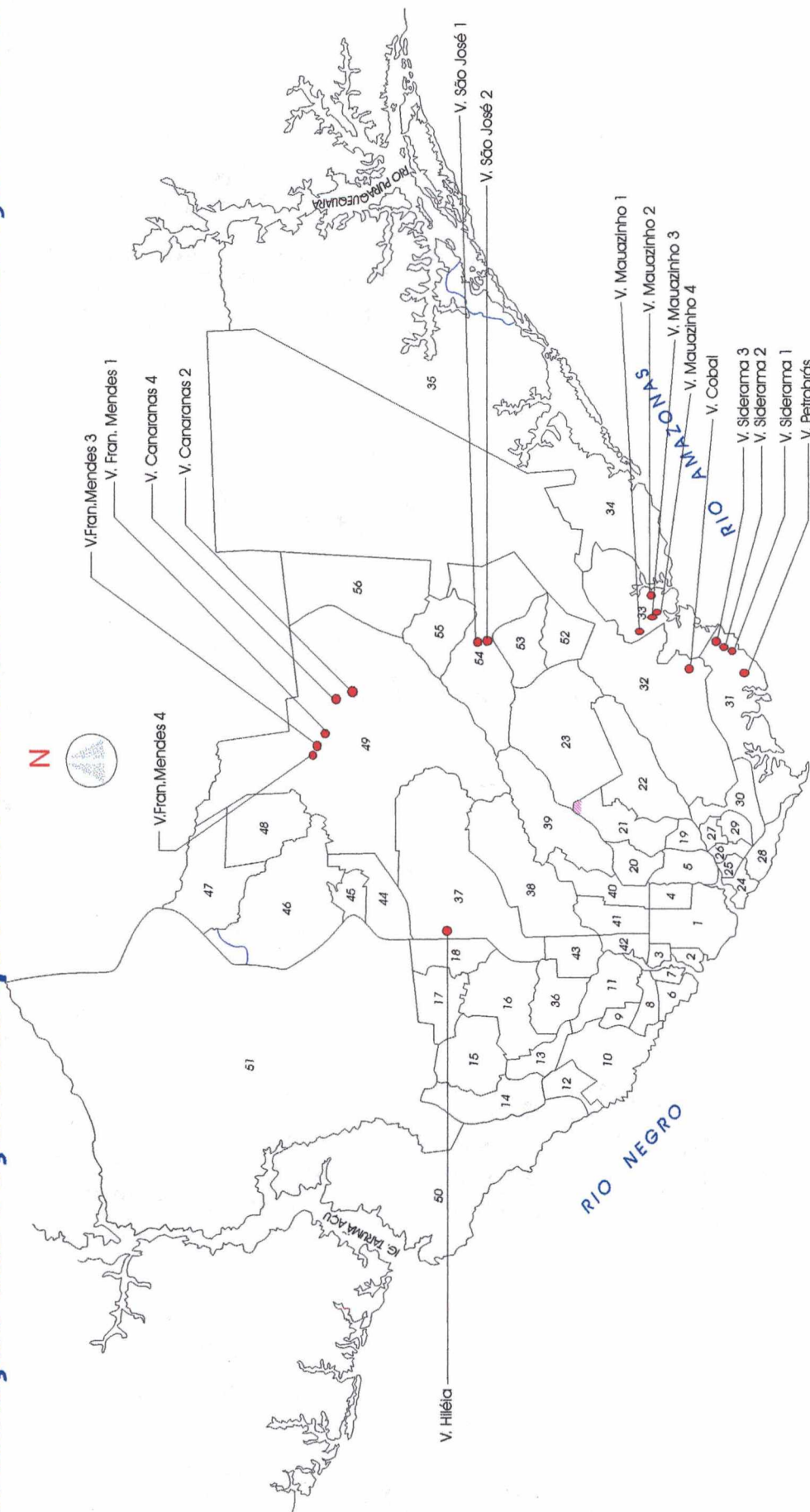
FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 22 / 07 / 97		FICHA Nº 014/98	
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 15 / 01 / 98			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: . Rua 02 BAIRRO: Flores - Conjunto Hiléia ZONA: Centro-Oeste NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Hiléia TIPO: Desconectada FORMA: Retangular			
2. DADOS DA VOÇOROCA		1º cad.	2º cad.
COMPRIMENTO:	35m		3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
LARGURA:	25 m		DECLIVIDADE: 39º
PROFUNDIDADE:	11 m		FORMA: Convexa
ORIENTAÇÃO:	S-N		
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Presença de habitações e canalização de águas pluviais.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Originou-se a partir da canalização das águas superficiais.			
6. DANOS MATERIAIS			
Perda de cerca de 875m ² de área.			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Nenhuma.			
CUSTO US\$			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Praticamente estagnada.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			
No primeiro cadastramento, a voçoroca se encontrava a cerca de 7m de uma casa.			

FICHA DE CADASTRAMENTO				
DATA DO 1º CADASTRAMENTO: 22 / 07 / 97		FICHA Nº 015/98		
CADASTRAMENTO ATUAL: 15 / 01 / 98				
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA				
ACESSO: BR 319		ZONA: Sul		
BAIRRO: Vila Buriti				
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Siderama-1				
TIPO: Integrada	FORMA: Retangular			
2. DADOS DA VOÇOROCA		Cad. a	Cad. b	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
COMPRIMENTO:	24m	27,5m	DECLIVIDADE: 35°	
LARGURA:	38m	38,5m	FORMA: Convexa	
PROFUNDIDADE:	17m	17m		
ORIENTAÇÃO:	SE-NO	SE-NO		
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE				
Área relativamente plana sem cobertura vegetal, terraplanada.				
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA				
Provavelmente originou-se a partir do processo de terraplanagem.				
6. DANOS MATERIAIS				
Inutilização de cerca de 2.310m ² de área.				
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA				
Nenhuma.				
CUSTO US\$				
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO				
Conforme monitoramento efetuado nesta voçoroca no período de 03/97 a 01/98, observa-se um crescimento lento, tanto na cabeceira como nas laterais.				
9. OBSERVAÇÕES GERAIS				
Os valores referentes ao comprimento leva em consideração somente a parte monitorada (Cabeceira). O comprimento total fica em torno de 60m.				

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 22 / 07 / 97			FICHA Nº 016/98
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 15 / 01 / 98			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: BR 319		ZONA: Sul	
BAIRRO: Vila Buriti			
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Siderama-2			
TIPO: Integrada		FORMA: Retangular	
2. DADOS DA VOÇOROCA		Cad. a	Cad. b
COMPRIMENTO:	76m	76m	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
LARGURA:	65m	66m	DECLIVIDADE: 40°
PROFUNDIDADE:	18,7m	18,7m	FORMA: Convexa
ORIENTAÇÃO:	L-O	L-O	
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Área relativamente plana e terraplanada, desprovida de cobertura vegetal. Apresenta área de contribuição de cerca de 2.268m ² .			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Provavelmente originou-se a partir do processo de terraplanagem.			
6. DANOS MATERIAIS			
Inutilização de cerca de 7.590m ² de área.			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Nenhuma.			
CUSTO US\$			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Conforme os monitoramentos efetuados nesta voçoroca, no período de 01/06/97 a 09/01/98, observa-se um crescimento muito lento na cabecelra e em pequenas partes das laterais.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			
Os valores referentes ao comprimento referem-se somente à parte monitorada, uma vez que o total fica em torno de 115m.			

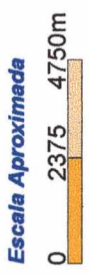
FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO: 22 / 07 / 97			FICHA Nº 017/97
CADASTRAMENTO ATUAL: 15 / 01 / 98			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: BR 319		ZONA: Sul	
BAIRRO: Distrito Industrial			
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Siderama-3			
TIPO: Integrada		FORMA: Retangular	
2. DADOS DA VOÇOROCA		1º cad.	2º cad.
COMPRIMENTO:	39m	40m	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
LARGURA:	57m	57m	DECLIVIDADE: 31º
PROFUNDIDADE:	12m	12m	FORMA: Convexa
ORIENTAÇÃO:	NE-SO		
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Área relativamente plana, terraplanada sem cobertura vegetal.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Provavelmente originou-se a partir do processo de terraplanagem.			
6. DANOS MATERIAIS			
Inutilização de cerca de 5.130m ² de área.			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Nenhuma.			
CUSTO US\$			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Conforme monitoramento efetuado nesta voçoroca no período de 06/01/97 a 09/01/98, observa-se um crescimento muito lento na cabeceira com avanço de apenas 1 metro.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			
Os valores referentes ao comprimento da voçoroca dizem respeito somente à parte monitorada (cabeceira). O comprimento total fica em torno de 90m.			

Localização das voçorocas que não receberam medidas de contenção em Manaus



- | | | | | | |
|-------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1 - CENTRO | 11 - SÃO JORGE | 21 - PETROPOLIS | 31 - VILA BURTI | 41 - N. S. DAS GRACAS | 51 - TARUMA |
| 2 - APARECIDA | 12 - SANTO AGOSTINHO | 22 - JAPIM | 32 - DISTRITO INDUSTRIAL | 42 - SÃO GERALDO | 52 - ARMANDO MENDES |
| 3 - PRES. VARGAS | 13 - NOVA ESPERANCA | 23 - COROMADO | 33 - MAUAZINHO | 43 - CHAPADA | 53 - ZUMBI DOS PALMARES |
| 4 - PRACA 14 DE JANEIRO | 14 - LIRIO DO VALE | 24 - EDUCANDOS | 34 - COL. ANTONIO ALEMO | 44 - COL. SANTO ANTONIO | 54 - SÃO JOSE OPERARIO |
| 5 - CACHOEIRINHA | 15 - PLANALTO | 25 - SANTA LUZIA | 35 - RUPAQUEQUARA | 45 - NOVO ISRAEL | 55 - TANCREDO NEVES |
| 6 - SÃO RAIMUNDO | 16 - ALVORADA | 26 - MORRO DA LIBERDADE | 36 - DOM PEDRO I | 46 - COL. TERRA NOVA | 56 - JORGE TEIXEIRA |
| 7 - GLORIA | 17 - REDENAÇÃO | 27 - BETANIA | 37 - FLORES | 47 - SANTA EELVINA | |
| 8 - SANTO ANTONIO | 18 - BAIRRO DA PAZ | 28 - COL. OLIVEIRA MACHADO | 38 - PARQUE 10 | 48 - MONTE DAS OLIVEIRAS | |
| 9 - VILA DA PRATA | 19 - RAIZ | 29 - SÃO LAZARO | 39 - ALEXO | 49 - CIDADE NOVA | |
| 10 - COMPENSA | 20 - SÃO FRANCISCO | 30 - CRESPO | 40 - ADRIANOPOLIS | 50 - PONTA NEGRA | |

Fonte: Base Cartográfica da Área Urbana de Manaus. IMPLAN / CPRM - 1996.
 Organizador: Antonio Fábio Guimarães Vieira.



**CADASTRO
DAS VOÇOROCAS QUE
RECEBERAM MEDIDAS
DE CONTENÇÃO**

- Ação direta do poder público -

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 29 / 04 / 95			FICHA Nº 018/98
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 05 / 01 / 98			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO:			
BAIRRO: Cidade Nova – Conj. Canaranas II			ZONA: Norte
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Canaranas 1			
TIPO: Integrada		FORMA: Retangular	
2. DADOS DA VOÇOROCA	Cad. a	Cad. b	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
COMPRIMENTO:	120 m	0 m	DECLIVIDADE: 24°
LARGURA:	25 m	0 m	FORMA: Côncava
PROFUNDIDADE:	32 m	0 m	
ORIENTAÇÃO:	NO-SE	NO-SE	
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Área relativamente plana, com casas e vias pavimentadas.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Surgiu em meados de 1993 devido à canalização das águas pluviais direcionadas para a encosta.			
6. DANOS MATERIAIS			
Destruição de parte de uma rua e muro de uma casa próxima a sua cabeceira. Além disso, ameaçava derrubar mais 14 casas próximas.			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Em junho/1995, deu-se o início de uma obra de contenção com a construção de três patamares (degraus) gramados. Uma “canaleta coletora” foi construída na parte central destes patamares para permitir o direcionamento das águas das chuvas até uma “escadaria” feita de sacos de <i>solo cimento</i> , que suavizava a velocidade, para depois seguir seu curso até um igarapé situada mais a jusante. A obra foi concluída no final do mês de setembro/1995.			
CUSTO US\$ 180.000,00			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Esta obra começava a dar sinais de desgaste 03 meses (janeiro/1996) após sua conclusão. Hoje, passados 2 anos e 2 meses (dezembro/1997) com o desgaste da parte inferior da obra (“escadaria” e parte das “canaleta coletora”), inicia-se um novo processo de erosão regressiva. A parte inferior que está desabando já atinge cerca de 3 metros de profundidade, 5 metros de largura e aproximadamente 7 metros de comprimento.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			
Obra de contenção realizada pela Construtora RODAL, contratada pela SHAM – Sistema de Habitação do Amazonas.			

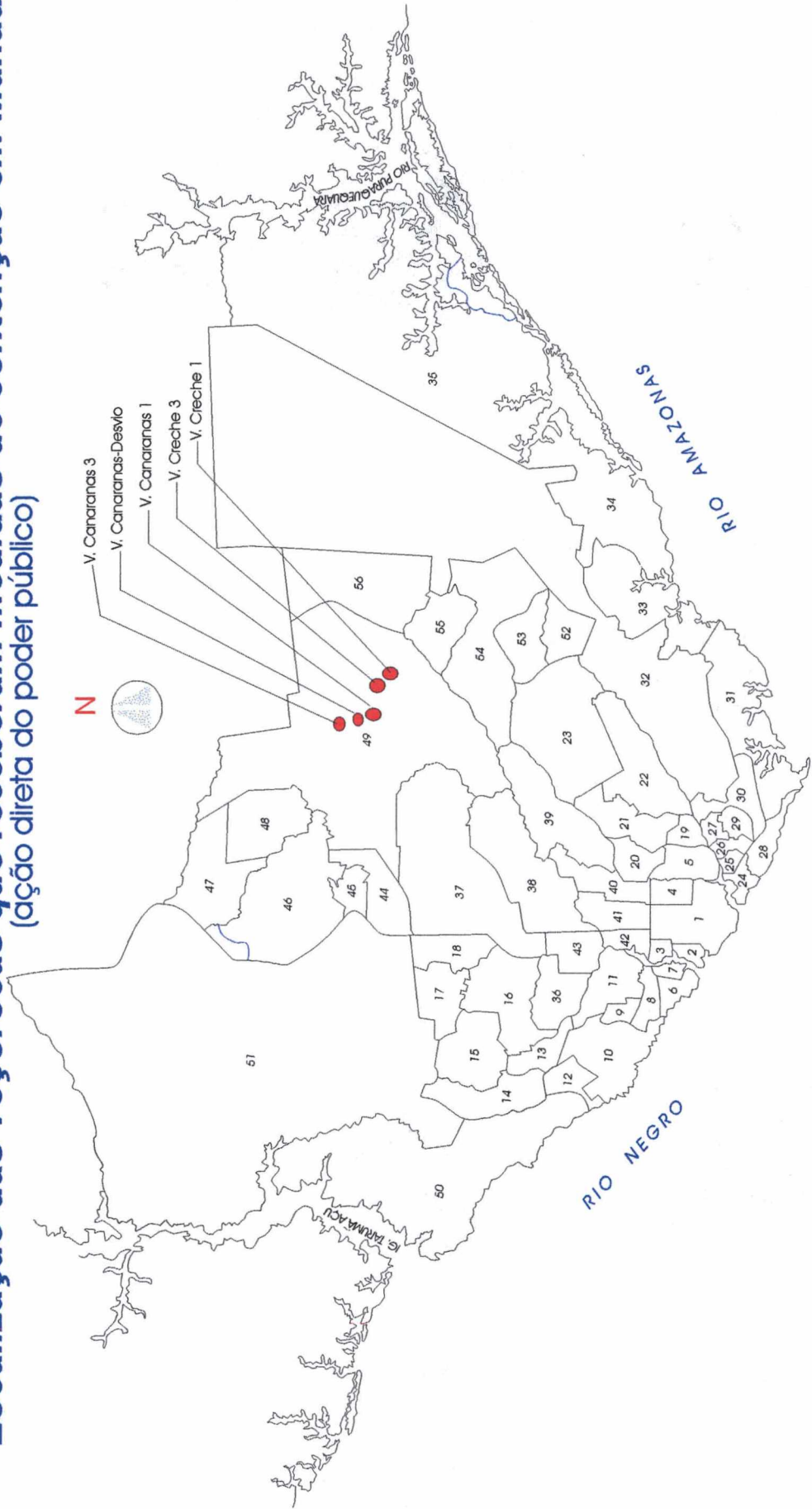
FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 24 / 04 / 95			FICHA Nº 019/98
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 20 / 11 / 97			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO:			
BAIRRO: Cidade Nova – Conj. Canaranas II			ZONA: Norte
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Canaranas-Desvio			
TIPO: Integrada		FORMA: Retangular	
2. DADOS DA VOÇOROCA	Cad. a	Cad. b	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
COMPRIMENTO:	35 m	72 m	DECLIVIDADE: 42°
LARGURA:	19 m	21 m	FORMA: Convexa
PROFUNDIDADE:	10 m	14,5 m	
ORIENTAÇÃO:	E-W	E-W	
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Área urbanizada com casas e vias pavimentadas. Apresenta área de contribuição de cerca de 210 m ² .			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Surgiu a partir do início da obra de contenção realizada na Voçoroca Canaranas-1, que direcionou as tubulações de esgoto desta voçoroca para a encosta próxima, fazendo surgir a Voçoroca Canaranas-Desvio.			
6. DANOS MATERIAIS			
Perda de área de aproximadamente 1.512 m ² .			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
A empresa Rodal (contratada pela SHAM - Sistema de Habitação do Amazonas) responsável pela aplicação da obra de contenção da Voçoroca Canaranas-1 executou um novo desvio que acabou por ocasionar o surgimento de uma nova voçoroca, a Canaranas-2.			
CUSTO US\$			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Em moderado processo de crescimento tanto na cabeceira como nas laterais.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 29 / 04 / 95			FICHA Nº 020/98
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 20 / 11 / 97			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO:			
BAIRRO: Cidade Nova – Conj. Canaranas II		ZONA: Norte	
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Canaranas-3			
TIPO: Conectada		FORMA: Retangular	
2. DADOS DA VOÇOROCA	Cad. a	Cad. b	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
COMPRIMENTO:	20 m	20 m	DECLIVIDADE: 42°
LARGURA:	10 m	10 m	FORMA: Convexa
PROFUNDIDADE:	8 m	8 m	
ORIENTAÇÃO:	NNE-SSO	NNE-SSO	
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Área urbanizada com casas e vias pavimentadas.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Surgiu a partir do desvio das tubulações de esgoto da Voçoroca Francisca Mendes-2.			
6. DANOS MATERIAIS			
Perda de área de aproximadamente 200 m ² .			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Inutilização do esgoto.			
CUSTO US\$ Não informado.			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Estaganada.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 29 / 04 / 95		FICHA Nº 021/98	
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 12 / 11 / 98			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: Rua B-1 / Rua L-1		ZONA: Norte	
BAIRRO: Cidade Nova - Conj. Canaranas I			
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Creche-1			
TIPO: Integrada		FORMA: Retangular	
2. DADOS DA VOÇOROCA		Cad. a	Cad. b
COMPRIMENTO:	145 m	0 m	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
LARGURA:	27,5 m	0 m	DECLIVIDADE: 39°
PROFUNDIDADE:	21 m	0 m	FORMA: Convexa
ORIENTAÇÃO:	SNE- NOS		
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Área de baixa declividade, relativamente plana, ocupada por habitações e vias pavimentadas do Conj. Canaranas.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Originou-se a partir da canalização das águas pluviais e servidas para a encosta.			
6. DANOS MATERIAIS			
No 1º cadastramento apresentava como danos materiais a inutilização de cerca de 4000m ² de área.			
No 2º cadastramento, nenhum.			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Desvio das tubulações do "esgoto" para um outro lado da encosta e processo de terraplanagem com construção de patamares para suavizar a queda da água em agosto/1997.			
CUSTO US\$ Não informado.			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Inexistente.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			
Pelas características da obra (semelhante à aplicada na Voçoroca Canaranas 1) provavelmente o custo da obra fique em torno dos US\$ 180.000,00.			

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 12 / 11 / 97			FICHA Nº 022/98
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 12 / 11 / 97			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: Rua B-1 / Rua L-1			
BAIRRO: Cidade Nova - Conj. Canaranas I			ZONA: Sul
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Creche-3			
TIPO: Integrada		FORMA: Retangular	
2. DADOS DA VOÇOROCA		Cad. a	Cad. b
COMPRIMENTO:	82 m	82 m	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
LARGURA:	28 m	28 m	DECLIVIDADE: 28°
PROFUNDIDADE:	22 m	22 m	FORMA: convexa
ORIENTAÇÃO:	NSE- SNO	NSE- SNO	
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Área ocupada por habitações e vias pavimentadas. Apresenta uma área de contribuição de cerca de 1.510m ² .			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Originou-se a partir do desvio das tubulações de esgoto da Voçoroca Creche-1, quando do início das obras de contenção desta em agosto/1997.			
6. DANOS MATERIAIS			
Inutilização de 2.296m ² de área.			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Desvio das tubulações do esgoto. Com esse novo desvio uma nova "voçoroca" começa a surgir.			
CUSTO US\$ Não informado.			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Não foi possível prever a evolução desta voçoroca em virtude de uma única visita.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			

Localização das voçorocas que receberam medidas de contenção em Manaus (ação direta do poder público)



- | | | | | |
|---------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1 - CENTRO | 21 - PETROPOLIS | 31 - VILA BURITI | 41 - N. S. DAS GRACAS | 51 - TARIUMA |
| 2 - APARECIDA | 22 - JAPIM | 32 - DISTRITO INDUSTRIAL | 42 - SAO GERALDO | 52 - ARMANDO MENDES |
| 3 - PRES VARGAS | 23 - CORONADO | 33 - MAUAZINHO | 43 - CHAPIDA | 53 - ZUMBI DOS PALMARES |
| 4 - PIRACA, 14 DE JANEIRO | 24 - EDUCANDOS | 34 - COL. ANTONIO ALEXO | 44 - COL. SANTO ANTONIO | 54 - SAO JOSE OPERARIO |
| 5 - CACHOEIRINHA | 25 - SANTA LUZIA | 35 - PIRAGUEIARA | 45 - NOVO ISRAEL | 55 - TANCREDO NEVES |
| 6 - SAO RAIMUNDO | 26 - MORRO DA LIBERDADE | 36 - DOM PEDRO I | 46 - COL. TERRA NOVA | 56 - JORGE TEIXEIRA |
| 7 - GLORIA | 27 - BETANIA | 37 - FLORES | 47 - SANTA ETELVINA | |
| 8 - SANTO ANTONIO | 28 - COL. OLIVEIRA MACHADO | 38 - PARQUE 10 | 48 - MONTE DAS OLIVEIRAS | |
| 9 - VILA DA PRATA | 29 - SAO LAZARO | 39 - ALEXO | 49 - CIDADE NOVA | |
| 10 - COMPENSA | 30 - CRESPO | 40 - ADRIANOPOUS | 50 - PONTA NEGRA | |

Fonte: Base Cartográfica da Área Urbana de Manaus. IMPLAN / CPRM - 1996.
Organizador: Antonio Fábio Guimarães Vieira



**CADASTRO
DAS VOÇOROCAS QUE
RECEBERAM MEDIDAS
DE CONTENÇÃO**

- Ação indireta do poder público -

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 13 / 05 / 95		FICHA Nº 023/98	
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 23 / 11 / 97			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: Rua Senador Alvaro Maia		ZONA: Leste	
BAIRRO: Colonia Antonio Aleixo			
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Antonio Aleixo – 1			
TIPO: Conectada		FORMA: Retangular	
2. DADOS DA VOÇOROCA	Cad. a	Cad. b	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
COMPRIMENTO:	30 m	0 m	DECLIVIDADE: 11°
LARGURA:	15 m	0 m	FORMA: Côncava
PROFUNDIDADE:	8 m	0 m	
ORIENTAÇÃO:	SE-NO	SE-NO	
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
A montante, ruas e moradias.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Possivelmente surgiu por meio de escoamento superficial concentrado, oriunda das águas da chuva.			
6. DANOS MATERIAIS			
1º cadastramento: Perda de aproximadamente 450m ² de área.			
2º cadastramento: nenhum.			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Asfaltamento da rua e canalização mais adequado, feita através de dissipadores de energia.			
CUSTO US\$ Não informado.			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Inexistente.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 13 / 05 / 95		FICHA Nº 024/98	
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 15 / 11 / 97			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: Rua Senador Alvaro Maia		ZONA: Leste	
BAIRRO: Colonia Antonio Aleixo			
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Antonio Aleixo – 2			
TIPO: Integrada		FORMA: Retangular	
2. DADOS DA VOÇOROCA		Cad. a	Cad. b
COMPRIMENTO:	40 m	0 m	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
LARGURA:	18 m	0 m	DECLIVIDADE: 8°
PROFUNDIDADE:	12 m	0 m	FORMA: Côncava
ORIENTAÇÃO:	SE-NO	SE-NO	
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
A montante, moradias e vias pavimentadas.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Surgiu devido à canalização das águas oriundas da rua Senador Alvaro Maia despejadas nesta encosta de forma inadequada.			
6. DANOS MATERIAIS			
1º Cadastramento: Perda de aproximadamente 864m ² de área.			
2º Cadastramento: Nenhum.			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Asfaltamento da rua e canalização mais adequado, feito através de dissipadores de energia.			
CUSTO US\$ Não informado.			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Inexistente.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			
A voçoroca, no 1º cadastramento, encontrava-se a cerca de 3m de uma casa.			

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 22 / 07 / 95		FICHA Nº 025/98	
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 15 / 11 / 98			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: . Burity		ZONA: Leste	
BAIRRO: Armando Mendes			
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Armando Mendes-1			
TIPO: Conectada		FORMA: Composta	
2. DADOS DA VOÇOROCA		Cad. a	Cad. b
COMPRIMENTO:	42 m	0 m	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
LARGURA:	18 m	0 m	DECLIVIDADE: 39°
PROFUNDIDADE:	14 m	0 m	FORMA: Convexa
ORIENTAÇÃO:	NSO- NSE	NSO- NSE	
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Área terraplanada.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Originou-se a partir do processo de terraplanagem.			
6. DANOS MATERIAIS			
No 1º cadastramento apresentava como danos materiais a inutilização de cerca de 756m ² de área. No 2º cadastramento, devido ao novo processo de terraplanagem esta voçoroca deixou de existir.			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
A partir do processo de canalização de um igarapé situado a jusante desta voçoroca iniciou-se em meados de 1997 um novo processo de terraplanagem, que resultou no "desaparecimento" quase total desta voçoroca, restando somente alguns traços de sua existência anterior.			
CUSTO US\$ Não informado			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Inexistente.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 22 / 07 / 95		FICHA Nº 026/98	
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 15 / 11 / 98			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: Av. Burity		ZONA: Leste	
BAIRRO: Armando Mendes			
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Armando Mendes-2			
TIPO: Conectada		FORMA: Bulbiforme	
2. DADOS DA VOÇOROCA		Cad. a	Cad. b
COMPRIMENTO:	23 m	0 m	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
LARGURA:	4,5 m	0 m	DECLIVIDADE: 5°
PROFUNDIDADE:	5 m	0 m	FORMA: Relativamente Plana
ORIENTAÇÃO:	SNO- NSE	SNO- NSE	
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Área terraplanada.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Originou-se a partir do processo de terraplanagem.			
6. DANOS MATERIAIS			
No 1º cadastramento, apresentava como danos materiais a inutilização de cerca de 104m ² de área. No 2º cadastramento, devido ao novo processo de terraplanagem, nenhum dano foi observado.			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
A partir do processo de canalização de um igarapé situado a jusante desta voçoroca, iniciou-se um novo processo de terraplanagem, que resultou no "desaparecimento" total desta voçoroca.			
CUSTO US\$ Não foi informado.			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Inexistente.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			

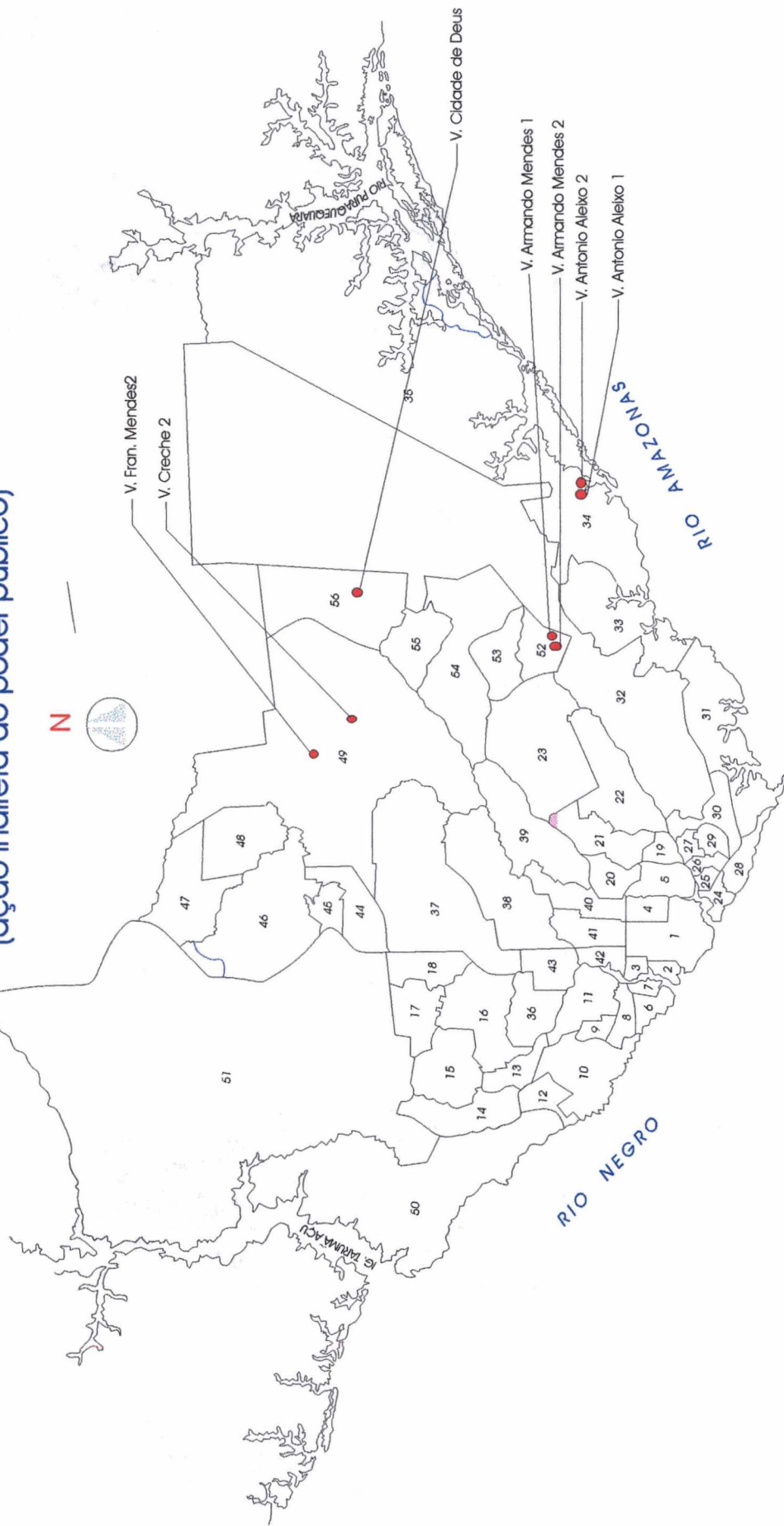
FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 22 / 07 / 95			FICHA Nº 027/98
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 08 / 10 / 97			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: Av. Autaz Mirim			ZONA: Norte
BAIRRO: Jorge Teixeira – Ocupação Cidade de Deus			
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Cidade de Deus			
TIPO: Desconectada		FORMA: Dendrítica	
2. DADOS DA VOÇOROCA		Cad. a	Cad. b
COMPRIMENTO:	32 m	0 m	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
LARGURA:	8 m	0 m	DECLIVIDADE: 13°
PROFUNDIDADE:	3 m	0 m	FORMA: Côncava
ORIENTAÇÃO:	S-N	S-N	
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Terreno sem cobertura vegetal. Área Terraplanada.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Provavelmente, originou-se devido à retirada da cobertura vegetal e posterior processo de terraplanagem.			
6. DANOS MATERIAIS			
No 1º cadastramento, perda de área de aproximadamente 256 m ² .			
No 2º cadastramento, nenhum.			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
No início de 1997 a pista que dava acesso a esta voçoroca foi aumentada em sua largura e esta voçoroca recebeu material que, mais tarde, foi compactado e feita a adição de asfalto.			
CUSTO US\$ Não informado			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Inexistente.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 12 / 11 / 98			FICHA Nº 028/98
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 12 / 11 / 98			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: Rua B-1 / Rua L-1		ZONA: Norte	
BAIRRO: Cidade Nova - Conj. Canaranas I			
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Creche-2			
TIPO: Conectada		FORMA: Entrelaçada	
2. DADOS DA VOÇOROCA		Cad. a	Cad. b
COMPRIMENTO:	45 m	0 m	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
LARGURA:	10 m	0 m	DECLIVIDADE: 8°
PROFUNDIDADE:	4,5 m	0 m	FORMA: Convexa
ORIENTAÇÃO:	NNO- SSE	NNO- SSE	
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Área ocupada por habitações e vias pavimentadas. Apresenta uma área de contribuição de cerca de 5.354,8m ² .			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Originou-se a partir da abertura de uma "via não-pavimentada", continuação da Rua B-1.			
6. DANOS MATERIAIS			
No 1º cadastramento apresentava como danos materiais a inutilização de 450m ² de área.			
No 2º cadastramento, nenhum.			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
O processo de terraplanagem realizado na Voçoroca Creche-1 fez "desaparecer" esta voçoroca.			
CUSTO US\$ Não informado			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Nenhuma.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 15 / 07 / 95		FICHA Nº 029/98	
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 20 / 11 / 97			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: Rua 52			
BAIRRO: Cidade Nova - Conjunto Francisca Mendes I		ZONA: Norte	
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Francisca Mendes-2			
TIPO: Desconectada		FORMA: Bulbiforme	
2. DADOS DA VOÇOROCA		Cad. a	Cad. b
COMPRIMENTO:	38 m	0 m	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
LARGURA:	18 m	0 m	DECLIVIDADE: 6°
PROFUNDIDADE:	4 m	0 m	FORMA: Convexa
ORIENTAÇÃO:	N-S	N-S	
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Área terraplanada sem cobertura vegetal.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Surgiu a partir do processo de retirada da cobertura vegetal e posterior terraplanagem.			
6. DANOS MATERIAIS			
No 1º cadastramento: Perda de área de aproximadamente 684 m ² .			
No 2º cadastramento: Nenhum.			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Em meados do ano de 1997, foi feito novo processo de terraplanagem no local que fez desaparecer a voçoroca.			
CUSTO US\$ Não informado.			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Nenhuma.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			

Localização das voçorocas que receberam medidas de contenção em Manaus

(ação indireta do poder público)



- | | | | | | |
|-------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1 - CENIRO | 11 - SÃO JORGE | 21 - PETROPOLIS | 31 - VILA BURITI | 41 - N. S. DAS GRACAS | 51 - TARUMA |
| 2 - APARECIDA | 12 - SANTO AGOSTINHO | 22 - JAPIM | 32 - DISTRITO INDUSTRIAL | 42 - SÃO GERALDO | 52 - ARMANDO MENDES |
| 3 - PRES. VARGAS | 13 - NOVA ESPERANCA | 23 - COROADO | 33 - MAUZINHO | 43 - CHAPADA | 53 - ZUMBI DOS PALMARES |
| 4 - PRAÇA 14 DE JANEIRO | 14 - LIRIO DO VALE | 24 - EDUCANDOS | 34 - COL. ANTONIO ALEMO | 44 - COL. SANTO ANTONIO | 54 - SÃO JOSE OPERARIO |
| 5 - CACHOEIRINHA | 15 - PLANALTO | 25 - SANTA LUZIA | 35 - BURAPUEQUIARA | 45 - NOVO ISRAEL | 55 - TANCREDO NEVES |
| 6 - SÃO RAIMUNDO | 16 - ALVORADA | 26 - MORRO DA LIBERDADE | 36 - DOM PEDRO I | 46 - COL. TERRA NOVA | 56 - JORGE TEIXEIRA |
| 7 - GLORIA | 17 - REBENCAO | 27 - BETANIA | 37 - FLORES | 47 - SANTA EELVINA | |
| 8 - SANTO ANTONIO | 18 - BAIRRO DA PAZ | 28 - COL. OLIVEIRA MACHADO | 38 - PARQUE 10 | 48 - MONTE DAS OLIVEIRAS | |
| 9 - VILA DA PRATA | 19 - BAIZ | 29 - SÃO LAZARO | 39 - ALEXO | 49 - CIDADE NOVA | |
| 10 - COMPENSA | 20 - SÃO FRANCISCO | 30 - CRESPO | 40 - ADRIANOPOLIS | 50 - PONTA NEGRA | |

Fonte: Base Cartográfica da Área Urbana de Manaus. IMPLAN / CPRM - 1996.

Organizador: Antonio Fábio Guimarães Vieira

Escala Aproximada

0 2375 4750m

**CADASTRO
DAS VOÇOROCAS QUE
RECEBERAM MEDIDAS
DE CONTENÇÃO**

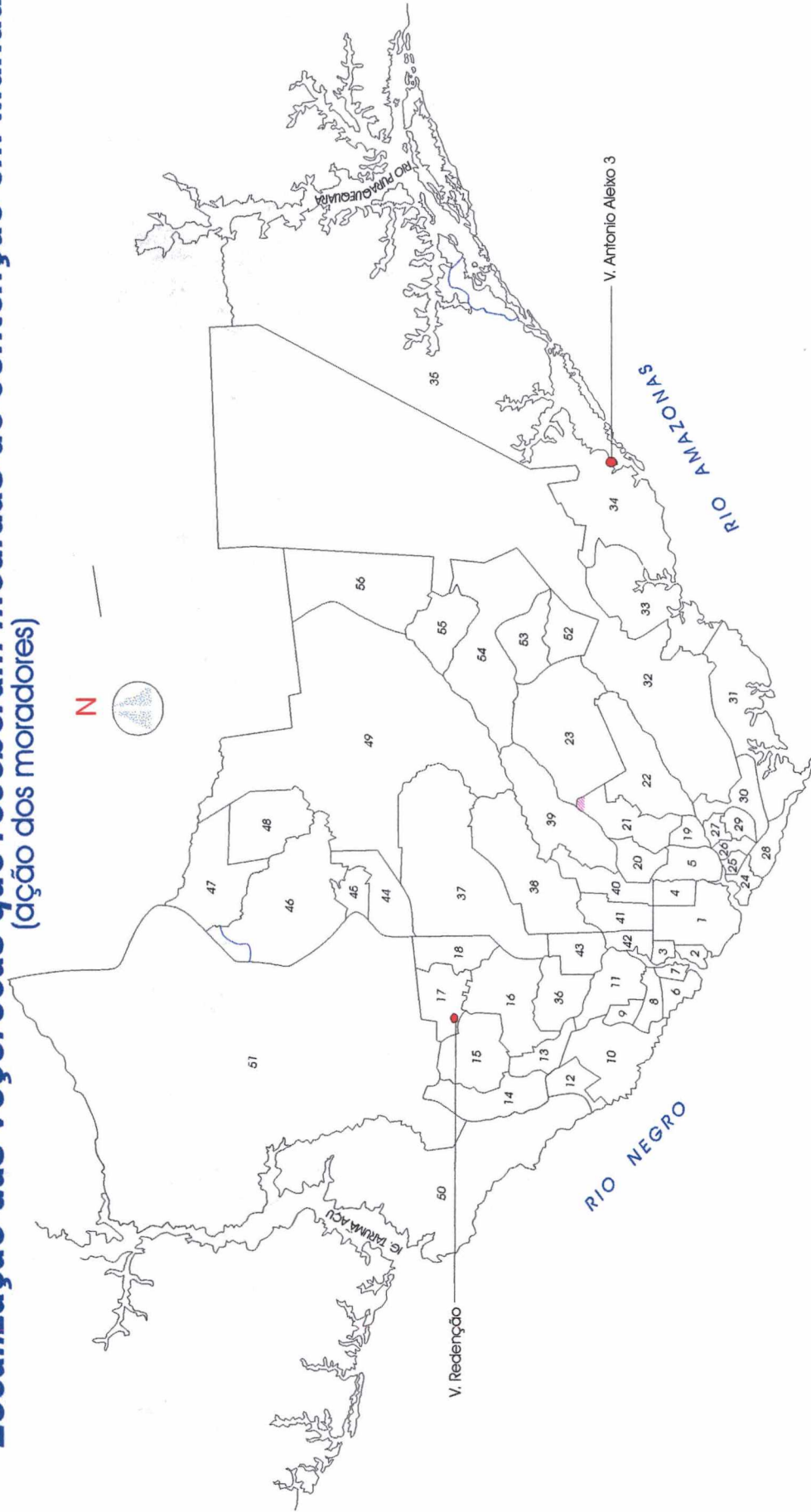
- Ação dos moradores -

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 13 / 05 / 95		FICHA Nº 030/98	
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 15 / 11 / 97			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO:			
BAIRRO: Colonia Antonio Aleixo		ZONA: Leste	
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Antonio Aleixo – 3			
TIPO: Integrada		FORMA: Retangular	
2. DADOS DA VOÇOROCA	Cad. a	Cad. b	3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
COMPRIMENTO:	35 m	35 m	DECLIVIDADE: 37°
LARGURA:	20 m	20 m	FORMA: Convexa
PROFUNDIDADE:	12 m	12 m	
ORIENTAÇÃO:	S-N	S-N	
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
A montante, moradias e vias pavimentadas.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Surgiu devido ao processo de terraplanagem que possibilitou o escoamento superficial concentrado mais intenso.			
6. DANOS MATERIAIS			
Perda de aproximadamente 700m ² de área.			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Nenhuma medida de ordem técnica, mas o lixo das proximidades era despejado nesta voçoroca, o que de certa forma causou sua estabilização. Hoje, no entanto, esta prática não é mais usada pelos moradores do local.			
CUSTO US\$			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Estabilizada.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			

FICHA DE CADASTRAMENTO			
DATA DO 1º CADASTRAMENTO (a): 20 / 07 / 95		FICHA Nº 031/98	
ÚLTIMO CADASTRAMENTO (b): 15 / 01 / 98			
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA			
ACESSO: Rua Itu		ZONA: Centro – Oeste	
BAIRRO: Redenção			
NOME DE IDENTIFICAÇÃO: Voçoroca Redenção			
TIPO: Conectada		FORMA: Retangular	
2. DADOS DA VOÇOROCA		1º cad.	2º cad.
COMPRIMENTO:	15 m		3. CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA
LARGURA:	4 m		DECLIVIDADE: 24º
PROFUNDIDADE:	5 m		FORMA: Convexa
ORIENTAÇÃO:	N-S		
4. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE			
Presença de habitações e canalização de águas pluviais.			
5. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA			
Surgiu após a canalizações das águas pluviais para o terreno onde se desenvolveu esta voçoroca.			
6. DANOS MATERIAIS			
Perda de cerca de 60m ²			
7. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA			
Foi feito um desvio da canalização das águas pluviais com sacos de areia e cimento pelos próprios moradores das casas próximas a voçoroca.			
CUSTO US\$ Não informado.			
8. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO			
Nenhuma.			
9. OBSERVAÇÕES GERAIS			
Não nos foi permitido entrar na área onde se localiza esta voçoroca.			

Localização das voçorocas que receberam medidas de contenção em Manaus

(ação dos moradores)



- | | | | | |
|-------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 - CENTRO | 21 - PETROPÓLIS | 31 - VILA BURITI | 41 - N. S. DAS GRACAS | 51 - TARUMA |
| 2 - APARECIDA | 22 - JAPIM | 32 - DISTRITO INDUSTRIAL | 42 - SÃO GERALDO | 52 - ARMANDO MENDES |
| 3 - PIES VARGAS | 23 - COROADO | 33 - MAUAZINHO | 43 - CHA-PALDA | 53 - ZUMBI DOS PALMARES |
| 4 - PRAÇA 14 DE JANEIRO | 24 - EDUCANDOS | 34 - COL. ANTONIO ALEIXO | 44 - COL. SANTO ANTONIO | 54 - SÃO JOSÉ OPERARIO |
| 5 - CACHOEIRINHA | 25 - SANTA LUZIA | 35 - PIRACUEGUARA | 45 - NOVO ISRAEL | 55 - TANCREDO NEVES |
| 6 - SÃO TRÂMUNDO | 26 - MORRO DA LIBERDADE | 36 - DOM PEDRO I | 46 - COL. TERRA NOVA | 56 - JORGE TEIXEIRA |
| 7 - GLORIA | 27 - BEIAMA | 37 - FLORES | 47 - SANTA EELVINA | |
| 8 - SANTO ANTONIO | 28 - COL. OLIVEIRA MACHADO | 38 - PARQUE 10 | 48 - MONTE DAS OLMEIRAS | |
| 9 - VILA DA PRATA | 29 - BAIXO | 39 - ALEIXO | 49 - CIDADE NOVA | |
| 10 - COMPENSA | 30 - CRESPO | 40 - ADRIANOPOLIS | 50 - FONIA NEGRA | |

Fonte: Base Cartográfica da Área Urbana de Manaus. IMPLAN / CPRM - 1996.
 Organizador: Antonio Fábio Guimarães Vieira

Escala Aproximada
 0 2375 4750m

ANEXO 4

PERFIS DE SOLO

PETROBRÁS - PERFIL 1			
prof.(cm)	cor	textura	Observações
0 - 135	entre 7.5YR7/3 e 7.5YR6/8	franco arenosa	na camada superior a areia varia de média a grosseira, com pouco argila. Na profundidade de 0,58m - 0,80m - 1m e 1,25m aparece camada de aprox. 2 cm de espessura de material de cor verde / endurecido. De 125cm a 135cm aparecem pequenas alcovas.
135 - 145	variegadas com manchas de 7.5YR7/3	arenosa	
145 - 148	verde com peq. manchas cinzas e amarelas.	franco argilo arenosa	apresenta-se mais resistente que a camada superior e a inferior.
148 - 170	5YR7/8 com peq. manchas cinzas	franco arenosa	surgem novamente pequenas alcovas.
170 - 230	variegada (amarelo, verde, cinza, vermelho e laranja)		
230 - 250	7.5YR5/8	franco argilo arenosa	amostra coletada na altura de 230 - 240cm

COBAL - PERFIL 1			
prof.(cm)	cor	textura	observações
0-40			horizonte orgânico, com um pouco de argila e areia.
60 - 640	5YR7/4	argilosa	passagem abrupta do horizonte orgânico p/o argiloso.
640 - 660	10YR8/3	franco argilo arenosa	transição entre o horizonte amarelo e o branco
660 - 840	branca	franco arenosa	camada branca.(alcova)
840 - 1180	branca	areia franca	
1180 - 1250	Predominância da cor branca intercalada por linhas paralelas vermelhas e amarelas	areia franca	no meio deste horizonte aparece camada ferruginosa.
1250 - 1302	preta	areia franca	
1302 - 1305	verde escuro	arenosa	
1305 - 1340	camada esbranquiçada	franco-siltosa	aparecem finos horizontes vermelhos.
1340 - 1430	branca	franco-siltosa	aparecem várias camadas de material siltoso com areia variando entre média a muito grossa, assim como horizontes bastantes arenosos.
1430 - 1450	cores variegadas	nódulos de material siltoso, e areia variando de média a muito grossa	apresenta certa predominância da cor vermelha.
1450 - 1455	camada esbranquiçada	siltosa	
1455 - 1490			aparecem várias camadas finas de aproximadamente 1cm de material siltoso branco, intercalado por camadas de cor vermelhas, amarelas e cinzas.

SIDERAMA 1 - PERFIL 1			
prof.(cm)	cor	textura	observações
0-10	10YR8/4	argilosa	amostra bastante seca.
1050-1125	Branca	areia franca	apresenta finas linhas de material siltoso de cor branca.
1125-1140	predominância da cor vermelha com pequenas manchas brancas	areia franca	a areia varia de média a muito grossa.
1140-1265	Branca	areia franca	apresenta linhas estratificadas de cor vermelha e amarela.
1265-1279	Idem	franco siltosa	
1279-1453	predominância do branca	areia franca	apresenta linhas estratificadas na cor vermelha e preta.
1453-1455	Amarelada	siltosa	

SIDERAMA 1 - PERFIL 2			
prof.(cm)	cor	textura	observações
0-10	10YR8/4	muito argilosa	amostra bastante seca.
1410-1421	branca com manchas amarelas e vermelhas	franco siltosa	
1421-1530	Idem	franco argilo arenosa	
1530-1700	branca com faixas vermelhas	areia franca	horizonte constituído basicamente de areia (fina à grosseira). na altura de 16,70m apresenta camada de aproximadamente 4cm de espessura de material siltoso.

SIDERAMA 1 - PERFIL 3			
prof.(cm)	cor	textura	observações
0-10	10YR8/4	argilosa	amostra bastante seca.
1050-1270	Predominância da cor branca	franco siltosa	

SIDERAMA 2 - PERFIL 1 e 2			
prof.(cm)	cor	textura	observações
0-10	10YR8/4	argilosa	amostra bastante seca.
670-785	branca com pequenas manchas vermelhas e amarelas	franco arenosa	
785-825	Idem	franco arenosa	
825-900	Idem	franco arenosa	
900-1000	Idem	franco arenosa	

SIDERAMA 2 - PERFIL 3			
prof.(cm)	cor	textura	observações
0-10	10YR8/4	franco siltosa	amostra bastante seca.
1080-1135	branca com manchas vermelhas e amarelas	areia farnca	
1135-1137	Branca	siltosa	apresenta-se bastante homogênea
1137-1150	branca com pequenas manchas amarelas	areia franca	apresenta pequenos nódulos de aprox. 1cm de diâmetro de material siltoso.
1150-1154	Branca	franco siltosa	apresenta manchas de material escuro (preto)
1154-1240	Predominância da cor branca com manchas amarelas, vermelhas e pretas.	areia franca	a porção areia varia de fina a muito grossa. presença de grãos de quartzo de aproximadamente 0,5 cm.
1240-1270		arenosa	apresenta linhas estratificadas nas cores branca, cinza e vermelho.

SIDERAMA 2 - PERFIL 4			
prof.(cm)	Cor	textura	observações
0-10	10YR8/4	franco argilosa	Amostra bastante seca.
705-765	Predominância do amarelo 2.5YR8/6	franco arenosa	horizonte de transição para o branco.
765-790	branca com pequenas manchas vermelhas (10R4/6)	franco siltosa	
790-820	branca com manchas amarelas	arenosa	
820-935	Predominância da cor branca com manchas vermelhas e amarelas	franco arenosa	apresenta linhas de material bastante siltoso de aproximadamente 1cm.
935-950	Predominância da cor branca com linhas estratificadas de vermelho e amarelo	apresenta faixas de material siltoso intercaldo com material arenoso	

SIDERAMA 2 - PERFIL 5			
prof.(cm)	Cor	textura	observações
0-10	10YR8/4	franco argilosa	Amostra bastante seca.
770-814	10YR8/4	argilosa	
814-950	10YR8/3	franco argilo arenosa	A porção areia varia de fina à média. Apresenta manchas brancas, amarelas e pequenas manchas vermelhas.
950-980	Predominância da cor vermelha (10R4/4 e 10R7/6)	franco arenosa	

SIDERAMA 2 - PERFIL 6			
prof.(cm)	cor	textura	observações
0-10	escura (preta)		horizonte composto de matéria orgânica.
10	10YR8/4	muito argilosa	a partir deste horizonte começa horizonte argiloso.
777-1000	10YR8/4	franco arenosa	apresenta manchas amarelas e vermelhas, assim como nódulos de material siltoso (branco).

SIDERAMA 2 - PERFIL 7			
prof.(cm)	cor	textura	observações
0-60			horizonte orgânico. Presença de raízes.

SIDERAMA 2 - PERFIL 8			
prof.(cm)	Cor	textura	observações
1730-1760	Predominância das cores branca, cinza, vermelha e amarela.		apresenta 02 camadas de aproximadamente 7cm cada uma, constituído basicamente de silte. Estas camadas encontram-se intercaladas por camadas arenosas de cor avermelhada.
1760-1950	Idem	arenosa	apresenta horizonte estratificado, constituído basicamente de areia, intercalado por finas linhas e nódulos de material siltoso. As cores variam entre o verde, vermelho, branco, amarelo, cinza e vinho. (Amostra coletada a 18,22 - 18,30m = arenosa). (Amostra coletada a 18,58 - 18,62m = arenosa).

SIDERAMA 3 - PERFIL 1			
prof.(cm)	cor	textura	observações
0-30	10YR8/4	argilosa	
350-940	10YR8/3	argilosa	
940-1190	Branca	arenosa com presença de silte com pequenas manchas vermelhas	Passagem abrupta para a camada branca.

SIDERAMA 3 - PERFIL 2			
prof.(cm)	cor	textura	observações
0-30	10YR8/4	argilosa	
596-706	branca com pequenas manchas vermelhas	franco arenosa	
706-741	Branca	franco argilosa	
741-813	Branca	mais arenosa que a anterior	
813-1033	Branca	arenosa intercalada por <i>manchas</i> de silte	A areia varia de fina a muito grossa.
1033-1043	preta com manchas cor de vinho, amarela e branca	arenosa	
1043-1083		material mais arenoso (areia fina) que o anterior	Na base, material siltoso.
1083-1120	Branca	franco siltosa	

SIDERAMA 3 - PERFIL 3			
prof.(cm)	cor	textura	observações
0-10	10YR8/4	argilosa	Amostra bastante seca.
904-985	predominância da cor branca	franco arenosa	Horizonte intercalado por areia e silte
985-1009	branca com manchas amarelas, cinzas e vermelhas	areia franca	
1009-1018	Branca	franco arenosa	
1018-1100		arenosa	Linhas estratificadas nas cores vermelha, vinho e branca.
1100-1110	preta, com manchas cor de vinho, amarela e branca	arenosa	