

ANTONIO FÁBIO GUIMARÃES VIEIRA

**DESENVOLVIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE VOÇOROCAS EM
MANAUS (AM): PRINCIPAIS FATORES CONTROLADORES E
IMPACTOS URBANO-AMBIENTAIS**

Florianópolis/SC, 12 de dezembro de 2008

**Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Filosofia e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Geografia**

Antonio Fábio Guimarães Vieira

**DESENVOLVIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE VOÇOROCAS EM
MANAUS (AM): PRINCIPAIS FATORES CONTROLADORES E
IMPACTOS URBANO-AMBIENTAIS**

Dr. Marcelo Accioly Teixeira de Oliveira
Orientador

João Baptista Silva Ferraz, Ph.D - INPA
Co-orientador

TESE DE DOUTORADO

Área de Concentração: Utilização e Conservação dos Recursos Naturais

Florianópolis/SC, 12 de dezembro de 2008.

Antonio Fábio Guimarães Vieira

**DESENVOLVIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE VOÇOROCAS EM
MANAUS (AM): PRINCIPAIS FATORES CONTROLADORES E
IMPACTOS URBANO-AMBIENTAIS**

Coordenador: Prof. Dr. Carlos Espíndola

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, área de concentração Utilização e Conservação dos Recursos Naturais, do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina, em cumprimento aos requisitos necessários à obtenção do grau acadêmico de Doutor em Geografia.

Presidente: _____

Prof. Dr. Marcelo Accioly Teixeira de Oliveira – GCN/UFSC

Membro: _____

Prof Dr. Masato Kobiyama – ENS/UFSC

Membro: _____

Prof^a. Dr^a. Maria Lúcia de Paula Herrmann – GCN/UFSC

Membro: _____

Prof^a. Dr^a. Edna Lindaura Luiz - UNESC

Membro: _____

Prof. Dr^a. Mônica dos Santos Marçal - UFRJ

Florianópolis/SC, 12 de dezembro de 2008

Este trabalho é dedicado aos meus filhos Rebecca e R'Phael, minhas duas maiores realizações.

AGRADECIMENTOS

Agradeço às pessoas que participaram na concretização desta etapa: ao Prof. Dr. Marcelo Oliveira, pela orientação dedicada e conversas informais que me fizeram enveredar por este caminho; ao Dr. João Ferraz, do INPA, pela co-orientação e incentivo para o bom andamento deste trabalho; ao amigo e Mestre em Geografia, Deivison Molinari, pelas conversas produtivas e apoio nas atividades de campo; ao Dr. Masato Kobiyama, pelas sugestões para melhorar este trabalho; à Dra. Edna Lindaura, pelas sugestões para o aprimoramento das discussões deste trabalho e pelo fornecimento de bibliografia sobre a temática; ao Dr. Arnaldo Carneiro, Coordenador do GISLAB-INPA, pelo apoio ao uso das imagens do *QuickBird* – 2004; ao Gerente de Informação do IMPLURB, Sr. Antonio G. Rocha, pelo fornecimento de mapas, cartas e informações relacionadas a Manaus; ao Sr. Emmanuel da Silva Lopes, da CPRM-Manaus pelo fornecimento dos dados fluviométricos do Rio Negro; ao Comandante do 1º BIS (Amv), Tenente Coronel Alfredo J. F. Dias, pelo apoio nas atividades de contenção da voçoroca nº 9 e plantio florestal na área desmatada do 1º BIS próximo ao CIRMMAN; ao Sr. Alexandre Barbosa, da Defesa Civil de Manaus, pelas informações pertinentes à remoção de famílias de áreas de risco; à SEMMA, em especial ao Geógrafo Francisco Bessa, pelo levantamento de dados e informações pertinentes a Manaus; à Lia Rosa Leal, pela correção da redação e pelas palavras de estímulos para a conclusão do texto; aos colegas do Departamento de Geografia da UFAM, em especial ao Prof. Dr. Evandro Aguiar, Prof. Dra. Adorea Albuquerque, Prof. Dr. Eduardo Pinheiro, Prof. Dr. José Aldemir de Oliveira, Prof. MSc. Alberto Carvalho; aos funcionários do Departamento de Pós-graduação da UFAM, pela acolhida nesta fase; ao geógrafo Marlenilton Marques, à Luciana Matos, aluna do curso de Geografia da UFAM, e ao meu cunhado Harley Procópio, pelo apoio em campo; ao Agrônomo Francisco Weliton, do Laboratório de Geografia Física da UFAM, pelo tratamento das amostras de solo; a minha esposa, geógrafa Nágyla Vieira, pelo apoio, estímulo e correções preliminares deste trabalho; à minha mãe, Anita Guimarães, pelo apoio e pelo carinho; ao meu estimado e sempre lembrado tio Paulo, promotor da 63ª Promotoria de Justiça Especializada na Proteção e Defesa da Ordem Urbanística, pelo fornecimento de informações relativas a Manaus; ao meu pai pela preocupação e pelo estímulo; a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o sucesso desta jornada; e, sobretudo a **Deus** por colocar todas essas pessoas no meu caminho para tornar tudo isso possível.

*“Nenhum trabalho pode ser
concluído na solidão”.*

Michel Beaud, 2000.

*“O rio chega ao seu destino,
porque sabe contornar obstáculos”.*

Ditado popular

RESUMO

DESENVOLVIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE VOÇOROCAS EM MANAUS (AM): PRINCIPAIS FATORES CONTROLADORES E IMPACTOS AMBIENTAIS

Antonio Fábio Guimarães Vieira

Orientador: Dr. Marcelo A. T. de Oliveira (GCN/UFSC)

Co-orientador: João B. S. Ferraz, Ph.D (INPA).

O objetivo do trabalho foi analisar a influência de aspectos geomorfológicos (forma, declividade e comprimento da encosta), hidrográficos (bacia de drenagem) e urbanos (drenagem urbana, desmatamento, terraplanagem e uso do solo) no desenvolvimento das voçorocas na área urbana de Manaus (AM). Os resultados mostraram que o surgimento e expansão dessas feições erosivas vêm sendo observados desde 1987, configurando-se até 2006 num total de 115 voçorocas. Nesta pesquisa foram analisadas 91 voçorocas, cadastradas entre 1995 e 2006, distribuídas em 9 bairros (Distrito Industrial, Jorge Teixeira, Tarumã, São Jorge, Colônia Santo Antônio, Vila Buriti, Cidade Nova, São José e Mauzinho) dos 56 existentes na cidade. O cadastramento de cada voçoroca foi a base do levantamento das informações. A origem dessas incisões está principalmente relacionada às características do relevo (comprimento e declividade da encosta) combinadas com o uso do solo (desmatamento e terraplanagem) e com características dos sistemas de drenagem pluvial. Foi possível verificar que os danos monetários provocados pela expansão das voçorocas ultrapassam 27 milhões de reais (julho / 2006) e estão relacionados à área de abrangência da incisão (R\$ 26.402.135,17), incluindo a destruição de sistemas de drenagem pluvial (R\$ 254.144,40), de moradias (R\$ 300.000,00) e a remoção de famílias (R\$ 150.000,00). Somam-se a esses danos os custos com contenções que chegam a R\$ 17.786.516,71. Destacam-se também os danos ambientais, como a perda de área utilizável (547.951,84 m²), perda de solo (2.083.894,13 m³), assoreamento (74 cursos d'água) e acúmulo de lixo em 28 voçorocas.

Palavras - chaves: 1) Manaus; 2) voçorocas; 3) danos materiais; 4) danos ambientais

ABSTRACT

DEVELOPMENT AND DISTRIBUTION OF GULLIES IN MANAUS (AM): MAINS CONTROLLING FACTORS AND ENVIRONMENTAL IMPACTS

Antonio Fábio Guimarães Vieira

Advisor: Dr. Marcelo A. T. de Oliveira (GCN/UFSC)

Co-Advisor: João B. S. Ferraz, Ph.D (INPA)

The objective of this research was to analyse the influence of geomorphological (shape, inclination and length of slopes), hydrological (drainage basin) and urban features (drainage, deforestation, earth-moving and soil use) in the development of gullies in the urban area of Manaus (AM). The results showed that the appearance and expansion of these erosive features have been observed since 1987, reaching 115 gullies until 2006. For this research 91 incisions, registered between 1995 and 2006, were analysed. They are distributed in nine neighborhoods (Distrito Industrial, Jorge Teixeira, Tarumã, São Jorge, Colônia Santo Antônio, Vila Buriti, Cidade Nova, São José e Mauzinho) of a total of 56 in Manaus. The survey was based on a registration formulary for each gully. The origin of these incisions is mainly linked to the features of relief (length and inclination of slope), combined with soil use (deforestation and earthwork) and rainwater drainage systems. It was possible to verify the financial damages caused by expansion of the gullies are more than 27 million Reais (July, 2006) and are related to the area of the incision (R\$ 26,402,135.17), including the destruction of rainwater drainage systems, (R\$ 254,144.40), houses (R\$ 300,000.00) and the evacuation of families (R\$ 150,000.00). Additionally to these damages one should consider the costs for contention structures, achieving R\$ 17,786,516.71. To emphasize are also environmental damages, as lost of useful area (547,951.84 m²), soil (2,083,894.13 m³), silting up (74 water courses), and garbage deposition in 28 gullies.

Keywords: 1) Manaus; 2) gullies; 3) material damages; 5) environmental damages.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE QUADROS	15
LISTA DE GRÁFICOS	17
LISTA DE MAPAS	19
LISTA DE SIGLAS	20
INTRODUÇÃO	21
CAPITULO 1 - A ÁREA DE ESTUDO	26
1.1. Localização	26
1.2. Aspectos Naturais	26
1.2.1. Geologia	26
1.2.2. Geomorfologia	30
1.2.3. Clima	31
1.2.4. Hidrografia	32
1.2.5. Solo	33
1.2.6. Vegetação	35
1.3. Aspectos Urbanos	39
1.3.1. Breve histórico da evolução urbana de Manaus	39
CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA	44
2.1. Fatores controladores das incisões erosivas	44
2.1.1. Processos hidrológicos	44
2.1.1.1. Ação das gotas de chuva	44
2.1.1.2. Infiltração da água no solo	45
2.1.1.3. A formação de escoamento superficiais e subsuperficiais	45
2.1.2. Erosividade	48
2.1.3. Erodibilidade	48
2.1.4. Cobertura vegetal	48
2.1.5. Características das encostas	49
2.1.6. Participação do homem nos processos erosivos	50

2.2. Voçorocas e outras feições	50
2.2.1. Sulcos	51
2.2.2. Ravina	51
2.2.3. Voçoroca	52
2.2.3.1. Classificação de voçorocas	54
2.2.4. Feições erosivas encontradas em Manaus	59
2.2.4.1. Alcovas de regressão	59
2.2.4.2. Pedestais	60
2.2.4.3. Escamamento	61
2.2.4.4. Marmitas	61
2.2.4.5. Costelas	63
2.2.4.6. Dutos	63
2.2.5. Abordagens sobre erosão em áreas urbanas no Brasil	64
2.2.6. A erosão na área urbana de Manaus	67
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA	69
3.1. Cadastramento e recadastramento das voçorocas	69
3.1.1. Localização de cada voçoroca (bairro, zona)	71
3.1.2. Dados métricos das voçorocas	72
3.1.3. Classificação das voçorocas por tipo e forma	72
3.2. Variáveis ambientais e distribuição das voçorocas	72
3.2.1. Geologia	72
3.2.2. Geomorfologia	73
3.2.3. Clima	73
3.2.3.1. Características gerais das chuvas em Manaus	73
3.2.4. Hidrografia	74
3.2.5. Solo	76
3.2.6. Vegetação	76
3.3. Correlação das variáveis métricas das voçorocas, comprimento e declividade das encostas	76
3.4. Caracterização dos aspectos urbanos das áreas afetadas por voçorocamentos	77
3.4.1. Uso e ocupação da área a montante e a jusante das voçorocas	77
3.5. Exposição das modificações ambientais decorrentes das formas de ocupação	77

3.6. Histórico da ocorrência	78
3.7. Danos ambientais e materiais	78
3.7.1. Danos ambientais	78
3.7.2. Danos materiais	78
3.7.2.1. Remoção de famílias	79
3.7.2.2. Inutilização de moradias	80
3.7.2.3. Sistema de drenagem pluvial	80
3.7.2.4. Custos de contenção das voçorocas	80
3.8. Representação cartográfica	81
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES	83
4.1. Cadastramento, recadastramento e distribuição das voçorocas	83
4.1.1. Mapeamento das voçorocas do sítio urbano de Manaus	83
4.1.1.1. Localização das voçorocas	83
4.1.1.2. Classificação das voçorocas quanto ao tipo e forma	89
4.1.1.3. Dimensões das voçorocas: comprimento, largura e profundidade	90
4.2. Variáveis ambientais e uso do solo nas áreas de ocorrência de voçorocas ..	118
4.2.1. Influência da geologia (litologia e estrutura)	118
4.2.2. Solos	120
4.2.3. Geomorfologia	124
4.2.3.1. A influência do relevo no surgimento de voçorocas em Manaus (AM)	142
4.2.4. Clima: chuva	147
4.2.5. Hidrografia	150
4.2.6. Vegetação	158
4.3. Danos urbanos e ambientais associados à erosão por voçorocas	161
4.3.1. Uso e ocupação das áreas com ocorrência de voçorocas	161
4.3.2. Medidas de contenção adotadas	195
4.3.2.1. Ação direta do poder público	195
4.3.2.2. Ação indireta do poder público	200
4.3.2.3. Ação dos moradores	200
4.3.2.4. Ação da iniciativa privada	200
4.3.2.5. Ação de pesquisa acadêmica	200

CONCLUSÕES	204
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	213

ANEXOS

ANEXO 1 – Modelo de ficha cadastral	
ANEXO 2 – Valor do m² estipulado pela PMM (2006)	
ANEXO 3 – Custo médio de um sistema de drenagem	
ANEXO 4 – Dados das voçorocas para toda a cidade	
ANEXO 5 – Dados das voçorocas por zonas	
ANEXO 6 – Dados das voçorocas por bairros	
ANEXO 7 – Modificações ambientais e forma de ocupação	
ANEXO 8 – Ocupações irregulares em Manaus	
ANEXO 9 – Ocupações regulares em Manaus	
ANEXO 10 – Dados das voçorocas por Platôs	
ANEXO 11 – Gráficos de correlações	
ANEXO 12 – Direção de expansão das voçorocas em Manaus	
ANEXO 13 – Análise granulométrica	
ANEXO 14 – Planilha de gastos com obras e serviços de urbanização da PMM (2001)	
ANEXO 15 – Contenções realizadas nas voçorocas em Manaus (1987 a 2006)	

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Localização de Manaus	27
FIGURA 2 - Geologia da região do médio Amazonas	28
FIGURA 3 - Afloramento do arenito Manaus no interior da voçoroca nº 9	29
FIGURA 4 - Geomorfologia da região de Manaus e arredores	30
FIGURA 5 - Vista parcial da Ponta Negra com cobertura vegetal caracterizada por parcelas remanescentes da floresta Ombrófila Densa	36
FIGURA 6 - Vista parcial da Cidade Nova caracterizando o desmatamento com perda da floresta Ombrófila Densa	36
FIGURA 7 - Crostas próxima à cabeceira da voçoroca nº 11	46
FIGURA 8 - Formação de escoamento superficial hortoniano concentrado e difuso, instantes após o início da chuva	46
FIGURA 9 - Afloramento de lençol freático	47

FIGURA 10 -Sulcos	51
FIGURA 11 -Ravina	52
FIGURA 12 -Voçoroca nº 10	53
FIGURA 13 -Tipos de voçorocas segundo nível de evolução	55
FIGURA 14 -Principais formas de voçorocas encontradas em Manaus	56
FIGURA 15 -Voçoroca Linear	57
FIGURA 16 -Voçoroca bifurcada	57
FIGURA 17 -Voçoroca ramificada	58
FIGURA 18 -Voçoroca retangular	58
FIGURA 19 -Alcova de regressão	60
FIGURA 20 -Pedestais	60
FIGURA 21 -Escamamentos	61
FIGURA 22 -Marmitta torrencial	62
FIGURA 23 -Marmitta residual na parede do sulco a montante da cabeceira da voçoroca nº 75	62
FIGURA 24 -Costelas separadas por depressões	63
FIGURA 25 -Duto na cabeceira da voçoroca nº 5	64
FIGURA 26 -Cabeceira da voçoroca nº 38 e canal assoreado pelo material oriundo da incisão	65
FIGURA 27 -Fluxograma dos objetivos, metodologia e resultados alcançados ..	70
FIGURA 28 -Área de abrangência de uma voçoroca	79
FIGURA 29 -Evolução do desmatamento em parte do Distrito Industrial – Zona Leste	86
FIGURA 30 -Direção de evolução das voçorocas em Manaus (AM)	119
FIGURA 31 -Perfil representativo de um Latossolo Amarelo em Manaus (AM) ...	121
FIGURA 32 -Perfil de um Argissolo	122
FIGURA 33 -Perfil de um Espodossolo	122
FIGURA 34 -Superfície encrostada na borda da voçoroca nº 11	123
FIGURA 35 -Sequência de marmittas residuais na parede do sulco, cabeceira da voçoroca nº 9	124
FIGURA 36 -Principais tipos de encostas	125
FIGURA 37 -Voçorocas 3 e 4	129
FIGURA 38 -Voçorocas 1 e 2	130
FIGURA 39 -Voçorocas 49 e 50	130
FIGURA 40 -Voçorocas 87 a 90	131
FIGURA 41 -Voçorocas 85 e 86	131

FIGURA 42 -Voçorocas 24, 26 e 28	132
FIGURA 43 -Voçorocas 25 e 27	133
FIGURA 44 -Voçoroca 37	133
FIGURA 45 -Voçorocas 42 e 48	133
FIGURA 46 -Voçorocas 11 a 23, 29 a 36 e 73 a 84	134
FIGURA 47 -Voçorocas 43 e 44	135
FIGURA 48 -Voçorocas 45 a 47.....	135
FIGURA 49 -Voçorocas 51 e 52	136
FIGURA 50 -Voçorocas 56, 57 e 59	136
FIGURA 51 -Voçoroca 58	136
FIGURA 52 -Voçorocas 71 e 72	137
FIGURA 53 -Voçorocas 5 a 9	138
FIGURA 54 -Voçorocas 60 a 63	138
FIGURA 55 -Voçorocas 69 e 70	139
FIGURA 56 -Voçoroca 64	139
FIGURA 57 -Voçorocas 65 a 68	140
FIGURA 58 -Voçorocas 53 a 55	141
FIGURA 59 -Voçoroca 10	141
FIGURA 60 -Tipos de vales em Manaus (AM)	143
FIGURA 61 -Perfis topográficos Leste-Oeste de Manaus (AM)	144
FIGURA 62 -Perfis topográficos Norte-Sul de Manaus (AM)	145
FIGURA 63 -Perfis longitudinais das bacias com ocorrência de voçorocas em Manaus (AM)	156
FIGURA 64 -Evolução do desmatamento nas zonas Leste, Norte e Oeste nos anos de 1986, 1995 e 2004	160
FIGURA 65 -Parte da área do 1º. BIS (Amv)	163
FIGURA 66 -Moradias a jusante da voçoroca nº 43	165
FIGURA 67 -Voçoroca nº 37	165
FIGURA 68 -Voçoroca nº 52 com o interior coberto por restos de madeira e lixo doméstico	170
FIGURA 69 -Voçorocas e fluxos superficiais oriundos das moradias	171
FIGURA 70 -Principais tipos de sistemas de drenagem encontrados em Manaus (AM)	174
FIGURA 71 -Ocupações irregulares em Manaus (AM)	176
FIGURA 72 -Declividade das encostas em Manaus (AM)	177
FIGURA 73 -Sequência evolutiva da voçoroca nº 84	178

FIGURA 74 -Voçorocas 38 e 39	179
FIGURA 75 -Voçorocas e drenagem à meia-encosta	181
FIGURA 76 -Voçorocas e assoreamento de canais	182
FIGURA 77 -Surgimento de voçorocas na área urbana de Manaus – modelo esquemático nº 1: drenagem artificial com saída d'água à meia-encosta	183
FIGURA 78 -Voçorocas, desmatamento e terraplenagem	185
FIGURA 79 -Voçorocas e sistemas de drenagem sem dissipadores de energia eficientes	186
FIGURA 80 -Surgimento de voçorocas na área urbana de Manaus – modelo esquemático nº 2: drenagem artificial sem dissipadores de energia	187
FIGURA 81 -Surgimento de voçorocas na área urbana de Manaus – modelo esquemático nº 3: desmatamento	189
FIGURA 82 -Surgimento de voçorocas na área urbana de Manaus – modelo esquemático nº 4: desmatamento e terraplenagem (com ocupação)	191
FIGURA 83 -Surgimento de voçorocas na área urbana de Manaus – modelo esquemático nº 5: desmatamento e terraplenagem (sem ocupação)	193
FIGURA 84 -Surgimento de voçorocas na área urbana de Manaus – modelo esquemático nº 6: desmatamento e exploração mineral	194
FIGURA 85 -Voçoroca da creche antes da obra de contenção	197
FIGURA 86 -Voçoroca originada pelo desvio das tubulações	197
FIGURA 87 -Patamares mal compactados na obra de contenção	197
FIGURA 88 -Voçoroca da creche, atual voçoroca nº 1	198
FIGURA 89 -Porção a montante da borda esquerda da voçoroca nº 1	198
FIGURA 90 -Voçorocas 36 e 84 antes e depois das contenções	199
FIGURA 91 -Vista parcial e frontal da escadaria em concreto	199
FIGURA 92 -Sequência evolutiva da voçoroca nº 9 antes e depois da aplicação da contenção	201

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Precipitação média em Manaus (mensal e anual)	32
QUADRO 2 - Desmatamento e áreas verdes em Manaus (1986 a 2004)	37
QUADRO 3 - Distribuição de área e população por zonas em Manaus (AM) ...	43
QUADRO 4 - Densidade populacional por zonas em Manaus (AM)	43
QUADRO 5 - Comprimento da encosta e perda de solo	50

QUADRO 6 -	Resumo das principais definições de voçorocas	54
QUADRO 7 -	Classificação das voçorocas por tamanho (m ³)	59
QUADRO 8 -	Direção e expansão das voçorocas em Manaus (AM)	73
QUADRO 9 -	Modificações ambientais e forma de ocupação	78
QUADRO 10 -	Comparativo do comprimento-largura-profundidade das voçorocas em Manaus (AM) – Distribuição por zonas	92
QUADRO 11 -	Comparativo do comprimento-largura-profundidade das voçorocas em Manaus (AM) – Desvio padrão e coeficiente de variação	92
QUADRO 12 -	Comparativo das características métricas das voçorocas em Manaus (AM) – Distribuição por platôs	93
QUADRO 13 -	Distribuição das voçorocas em Manaus conforme cobertura superficial do terreno	120
QUADRO 14 -	Índice de erosividade mensal (mm) para Manaus (AM)	149
QUADRO 15 -	Bacias urbanas de Manaus (AM)	151
QUADRO 16 -	Densidade hidrográfica e densidade de drenagem das bacias urbanas de Manaus (AM)	152
QUADRO 17 -	Densidade hidrográfica, densidade de drenagem e extensão do percurso superficial das bacias com ocorrência de voçorocas	153
QUADRO 18 -	Histórico da ocorrência de voçorocas em Manaus (AM)	161
QUADRO 19 -	Uso e ocupação da área a montante das voçorocas	164
QUADRO 20 -	Uso e ocupação da área a jusante das voçorocas	164
QUADRO 21 -	Principais danos ambientais decorrentes das voçorocas	166
QUADRO 22 -	Danos materiais por voçoroca	166
QUADRO 23 -	Perda de área utilizável (m ²) por voçoroca	166
QUADRO 24 -	Volume erodido (m ³) por voçorocas – distribuição por zonas	167
QUADRO 25 -	Danos materiais por bairros	168
QUADRO 26 -	Danos materiais por zonas	168
QUADRO 27 -	Área de abrangência das voçorocas e danos materiais por bairros	169
QUADRO 28 -	Danos materiais globais das voçorocas em Manaus (AM)	169
QUADRO 29 -	Danos e estimativas de custos para contenção das voçorocas por zonas em Manaus (AM)	202
QUADRO 30 -	Danos e estimativas de custos para contenção das voçorocas por bairros em Manaus (AM)	202
QUADRO 31 -	Danos e estimativas de custos para contenção das voçorocas por platôs em Manaus (AM)	203

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Correlação entre largura da voçoroca e volume erodido	94
GRÁFICO 2 - Correlação entre profundidade da voçoroca e volume erodido ...	95
GRÁFICO 3 - Correlação entre profundidade da voçoroca e volume erodido – Zona Norte	96
GRÁFICO 4 - Correlação entre largura da voçoroca e volume erodido – Zona Leste.....	96
GRÁFICO 5 - Correlação entre profundidade da voçoroca e volume erodido – Zona Leste	97
GRÁFICO 6 - Correlação entre largura da voçoroca e volume erodido – Zona Oeste.....	97
GRÁFICO 7 - Correlação entre profundidade da voçoroca e volume erodido – Zona Oeste.....	98
GRÁFICO 8 - Correlação entre largura e profundidade da voçoroca – Zona Oeste	98
GRÁFICO 9 - Correlação entre comprimento da encosta e comprimento da voçoroca – Platô 1º. BIS (Amv)	99
GRÁFICO 10 - Correlação entre declividade da encosta e profundidade da voçoroca – Platô 1º. BIS (Amv)	100
GRÁFICO 11 - Correlação entre largura da voçoroca e volume erodido – Platô 1º. BIS (Amv)	100
GRÁFICO 12 - Correlação entre largura da voçoroca e área erodida – Platô 1º. BIS (Amv)	101
GRÁFICO 13 - Correlação entre profundidade da voçoroca e volume erodido - Platô 1º BIS (Amv)	102
GRÁFICO 14 - Correlação entre largura da voçoroca e volume erodido – Platô Norte	102
GRÁFICO 15 - Correlação entre largura da voçoroca e área erodida – Platô Norte	103
GRÁFICO 16 - Correlação entre comprimento da voçoroca e área erodida – Platô Norte	103
GRÁFICO 17 - Correlação entre largura e profundidade da voçoroca – Platô Norte	104
GRÁFICO 18 - Correlação entre comprimento da voçoroca e volume erodido – voçorocas retangulares	105
GRÁFICO 19 - Correlação entre profundidade da voçoroca e volume erodido – voçorocas retangulares	105
GRÁFICO 20 - Correlação entre largura da voçoroca e volume erodido – voçorocas retangulares	106

GRÁFICO 21 - Correlação entre área profundidade e largura da voçoroca – voçorocas retangulares	106
GRÁFICO 22 - Correlação entre profundidade da voçoroca e volume erodido – voçorocas bifurcadas	107
GRÁFICO 23 - Correlação entre largura da voçoroca e volume erodido – voçorocas bifurcadas	108
GRÁFICO 24 - Correlação entre comprimento da voçoroca e volume erodido – voçorocas bifurcadas	108
GRÁFICO 25 - Correlação entre declividade da encosta e volume erodido – voçorocas bifurcadas	109
GRÁFICO 26 - Correlação entre profundidade e largura da voçoroca - voçorocas bifurcadas	109
GRÁFICO 27 - Correlação entre comprimento e profundidade da voçoroca - voçorocas bifurcadas	110
GRÁFICO 28 - Correlação entre largura da voçoroca e volume erodido – voçorocas ramificadas	111
GRÁFICO 29 - Correlação entre profundidade da voçoroca e volume erodido – voçorocas ramificadas	111
GRÁFICO 30 - Correlação entre comprimento da voçoroca e volume erodido - voçorocas lineares	112
GRÁFICO 31 - Correlação entre largura e profundidade da voçoroca – voçorocas retangulares / Platô Norte	113
GRÁFICO 32 - Correlação entre declividade da encosta e área erodida - voçorocas retangulares / Platô Norte	113
GRÁFICO 33 - Correlação entre declividade da encosta e volume erodido – voçorocas retangulares / Platô Norte	114
GRÁFICO 34 - Correlação entre profundidade da voçoroca e volume erodido – voçorocas retangulares / Platô Norte	114
GRÁFICO 35 - Correlação entre comprimento da voçoroca e volume erodido – voçorocas retangulares / Platô Norte	115
GRÁFICO 36 - Correlação entre largura da voçoroca e área erodida – voçorocas retangulares / Platô Leste	116
GRÁFICO 37 - Correlação entre comprimento da voçoroca e área erodida – voçorocas retangulares / Platô Leste	117
GRÁFICO 38 - Correlação entre largura da voçoroca e volume erodido – voçorocas retangulares / Platô Leste	117
GRÁFICO 39 - Correlação entre profundidade da voçoroca e volume erodido – voçorocas retangulares / Platô Leste	118
GRÁFICO 40 - Dados pluviométricos do período de 1995 a 2006 (média	

mensal)	157
GRÁFICO 41 - Dados fluviométricos do período de 1995 a 2006 (Rio Negro) .	157

LISTA DE MAPAS

MAPA 1 - Perdas de área verde e aumento da área desmatada e localização das voçorocas em Manaus (AM)	38
MAPA 2 - Densidade populacional e população absoluta por zonas e localização das voçorocas em Manaus (AM)	42
MAPA 3 - Expansão da malha urbana e localização das voçorocas em Manaus (AM)	84
MAPA 4 - Distribuição das voçorocas por zonas em Manaus (AM)	85
MAPA 5 - Distribuição das voçorocas por bairros em Manaus (AM)	88
MAPA 6 - Declividade e localização das voçorocas em Manaus (AM)	126
MAPA 7 - Localização dos platôs e voçorocas em Manaus (AM)	128
MAPA 8 - Bacias urbanas e localização das voçorocas em Manaus (AM)	154
MAPA 9 - Áreas desmatadas, áreas verdes e localização das voçorocas em Manaus (AM)	159
MAPA 10 - Uso do solo e localização das voçorocas em Manaus (AM)	162

LISTA DE SIGLAS

- 1º BIS** – Batalhão de Infantaria de Selva, CMA – Manaus (AM)
- CIRMMAN** – Círculo Militar de Manaus, CMA – Manaus (AM)
- CMA** – Comando Militar da Amazônia, Manaus (AM)
- CPRM** – Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais
- EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
- GISLAB** – Laboratório de Sistemas de Informações Geográficas, INPA – Manaus (AM)
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IMPLAN** – Instituto Municipal de Planejamento Urbano e Informática, PMM – Manaus (AM)
- IMPLURB** – Instituto Municipal de Planejamento Urbano, PMM – Manaus (AM)
- INMET** – Instituto Nacional de Meteorologia
- INPA** – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus (AM)
- INPE** – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo (SP)
- IPT** – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo (SP)
- OMS** – Organização Mundial de Saúde
- PMM** – Prefeitura Municipal de Manaus
- SEMMA** – Secretaria Municipal de Meio Ambiente, PMM – Manaus (AM)
- SEMOSB** – Secretaria Municipal de Obras e Saneamento Básico, PMM – Manaus (AM)
- SEPLAN** – Secretaria de Planejamento do Estado do Amazonas – Manaus (AM)
- UFAM** – Universidade Federal do Amazonas – Manaus (AM)

INTRODUÇÃO

Muitos dos problemas ambientais, como a erosão acelerada dos solos, têm sido observados desde as civilizações antigas, na Suméria e na Babilônia, como consequência de desflorestamento e substituição da floresta por áreas de plantio (PERLIN, 1989). Essa destruição da vegetação original é prática antiga e marca a passagem das atividades nômades para o início das atividades agrícolas e a fixação do homem ao lugar. Com a agricultura, surgiram as comunidades e aumentou a população, submetendo o meio ambiente a uma tensão constante (PONTING, 1995).

Segundo Perlin (1989), no fim da Idade do Bronze (1300 - 700 a.C), na Peloponeso (Grécia Antiga) o declínio da fertilidade do solo é sentido como resultado do desflorestamento e consequente perda de material por erosão. A retirada total da vegetação provocou a perda da matéria orgânica original do solo por escoamento concentrado, tornando-o pobre em nitrogênio e em outros nutrientes fundamentais para a manutenção da fertilidade dos solos. O uso desenfreado da madeira é fato marcante ao longo da história da humanidade, como comprovam documentos venezianos de 1530, que citam a construção de barcos como responsável pela escassez de madeira na região (PERLIN, 1989).

A perda da vegetação original tem duas causas principais: o aumento das áreas agrícolas e a expansão das cidades. Esta última, representada pelo processo de urbanização, resulta em alterações acentuadas do ambiente natural. A urbanização apresentou nova dinâmica com o processo de industrialização do século XIX e se intensificou no século seguinte (SPOSITO, 2000). Nesse período, iniciou-se uma inversão da população rural pela urbana (êxodo rural), culminando no inchaço das cidades anos mais tarde e, consequentemente, na ampliação dos problemas ambientais. Frequente nos países em expansão, tal fato ocorreu também no Brasil, durante o século XX.

Na segunda metade do século XX, cidades amazônicas, como Belém e Manaus tiveram um rápido crescimento populacional devido também ao início de projetos regionais agropecuários, projetos de exploração mineral, projetos industriais, projetos hidrelétricos, exploração de petróleo e gás natural e, no

caso mais específico da cidade de Manaus, a criação da Zona Franca e do Distrito Industrial no final da década de 1960 (SALATI, 1990).

Em 1970 os 25,32 km² da área urbana de Manaus eram ocupados por 311.622 habitantes, numa densidade de 12.307 hab./km². Em 1991, a cidade passou a ocupar um espaço de cerca de 300 km², com uma população de 1.010.558 habitantes e densidade populacional de 3.368 hab./km² (IMPLAN / CPRM, 1996). No ano de 1993, a população manauara atingia os 1.138.159 hab., ocupando uma área de 377,37 km², o que representava uma densidade populacional de 3.016 hab./km². Em 1995, a população alcança o total de 1.282.310 habitantes, ocupando uma área aproximada de 400 km², com densidade em torno de 3.205 hab./km². No censo de 2000, Manaus apresentava uma população de 1.405.835 hab. (IBGE, 2000), ocupando cerca de 440 km², com uma densidade de 3.195 hab./km².

Os dados expostos evidenciaram que, de 1970 a 2000, a população aumentou 4,5 vezes, enquanto a área ocupada pelo sítio urbano de Manaus elevou-se 17,37 vezes no mesmo período. Com a população estimada para 2004 em 1.582.284 habitantes (IBGE, 2000) e ocupando uma área superior a 441 km² (IMPLAN / CPRM, 1996) dos quais 152,65 km² são de área verde (SIPAM, 2005), a cada habitante de Manaus são atribuídos 96,4 m² de área verde.

Com essa expansão, muitas áreas que apresentavam densa cobertura vegetal nativa foram totalmente destruídas, dando lugar a loteamentos e ocupações. Acompanhando a expansão do sítio urbano de Manaus, aparecem formas resultantes de processos erosivos, como sulcos, ravinas e voçorocas. A existência de voçorocas em vários pontos de Manaus ensejou este estudo, o qual objetivou apontar áreas onde a ocorrência de processos erosivos é mais freqüente, e com isso entender o motivo de tal concentração. Essas incisões vêm provocando danos ambientais e urbanos significativos nos últimos anos, destacando-se a perda de áreas para ocupação, assoreamento de canais, destruição e inutilização de parte de vias de comunicação (calçadas, ruas, avenidas etc.) e de outros aparelhos urbanos (tubulações de esgoto, água servida e canais pluviais). Incluem-se ainda nos danos urbanos a destruição de

casas, a queda de postes da rede elétrica e a diminuição de áreas já ocupadas por moradias.

Convém destacar que esses problemas relacionados às voçorocas urbanas vêm preocupando pesquisadores das várias regiões do Brasil, como Baccaro, 1999; Mafra, 1999; Almeida e Guerra, 2001; Marçal e Guerra, 2001; Oliveira e Herrmann, 2001; Guerra e Mendonça, 2004, entre outros. Esses trabalhos destacam o uso do solo e os riscos ambientais decorrentes das formas de ocupação do espaço associados às características físicas do lugar. É importante frisar que a caracterização dos aspectos físicos naturais, mesmo em ambiente urbano, é indispensável para melhor compreender o problema em questão.

Em Manaus, essa descrição do quadro natural torna-se também relevante, uma vez que não se pode simplesmente atribuir o peso da responsabilidade pelo surgimento de voçorocas ao uso do solo ou aos aspectos naturais, ocorrendo, portanto, a necessidade de compará-los. Em nome do rigor científico, que manda o bom senso que proceda a uma análise comparativa, buscando entender, por exemplo, por que determinados setores da cidade de Manaus concentram maior número de voçorocas que outros? Quais elementos naturais e antrópicos estão influenciando essa distribuição? Por outro lado, cabe também indagar: por que certas áreas não apresentam voçorocas? A forma como o espaço é utilizado no processo de urbanização é apontada como uma das causas para o surgimento dessas incisões. Tal utilização envolve não só o local onde são construídos os prédios, casas e arruamentos, mas também o direcionamento que é dado às águas pluviais. Além desses aspectos, deve-se considerar o conjunto dos mecanismos físicos naturais envolvidos no surgimento de voçorocas urbanas em Manaus.

O presente trabalho pretende, portanto, com a resposta a esses questionamentos, contribuir para a compreensão dos processos erosivos na área urbana de Manaus, em particular as voçorocas. Para isso foram estabelecidos os objetivos que deveriam ser alcançados para encontrar as respostas para tais indagações.

O objetivo principal deste trabalho é o de analisar a influência de aspectos naturais com destaque aos geomorfológicos (forma, declividade e comprimento da encosta), hidrográficos (bacia de drenagem) e urbanos (drenagem urbana, desmatamento, terraplanagem e uso do solo) no desenvolvimento das voçorocas em Manaus, destacando as principais consequências urbano-ambientais. A partir deste, objetivos específicos foram traçados: 1) mapear as voçorocas do sítio urbano de Manaus; 2) caracterizar as principais modificações ocorridas na área urbana em decorrência da expansão da cidade e suas influências no surgimento e na expansão das voçorocas em Manaus; 3) classificar as voçorocas por compartimentos (tipo de solo, tipo de encosta e uso do solo); 4) descrever o ambiente natural no qual essas incisões estão inseridas; e 5) assinalar os problemas (danos ambientais e materiais) decorrentes dos processos de voçorocamento em Manaus.

Duas hipóteses são aqui apresentadas: a primeira aponta o sistema de drenagem artificial (drenagem urbana) como o principal agente desencadeador das incisões erosivas em Manaus, uma vez que esses canais concentram e despejam, sem dissipadores de energia ou com dissipadores ineficientes, grande volume de água nas encostas, provocando o início de processos erosivos e conseqüentemente o aparecimento de voçorocas. A segunda hipótese refere-se a maior concentração das voçorocas na porção leste de Manaus pela combinação das características do relevo (encostas com grande declividade, mais curtas e com perfis longitudinais convexos) mais dissecado do Platô Leste com o uso do espaço urbano.

Dentre cinco trabalhos a respeito desse tipo de feição erosiva (VIEIRA, 1998; NAVA, 1999; LIMA, 1999; SANTOS JUNIOR, 2002 e TAKAKI, 2002) quatro apontam as condições naturais como responsáveis para ocorrência de voçorocas, e somente um atribui peso maior ao uso do espaço urbano. Após o levantamento dos dados aqui descritos, verificou-se que algumas áreas de Manaus são naturalmente predispostas à ocorrência de processos erosivos mais intensos, com destaque para a grande declividade e a forma da encosta (retilínea-convexa, convexa-convexa e côncava-convexa), que somados à urbanização (desmatamento, terraplanagem e drenagem pluvial)

desencadearam 93,5% dos processos de voçorocamento, o que corresponde a 85 incisões das 91 cadastradas no trabalho.

Para melhor apresentar os dados obtidos, o presente trabalho foi estruturado em 4 capítulos, como segue: Capítulo 1 – descreve a área de estudo no que tange a localização e a descrição dos aspectos naturais e urbanos; Capítulo 2 – relativo a fundamentação teórica e revisão bibliográfica sobre o assunto em questão. Apresenta primeiramente uma revisão sobre os fatores controladores das incisões erosivas e discute a definição e classificação das voçorocas e de outras feições erosivas, abordando aspectos mais relevantes que contribuem para o entendimento da formação e da caracterização das voçorocas; Capítulo 3 – aborda os procedimentos metodológicos adotados para a obtenção dos dados necessários à resolução do problema estudado; Capítulo 4 - apresenta os resultados relativos a cadastramento, recadastramento, distribuição das voçorocas, descrição dos aspectos naturais (geologia, solos, geomorfologia, clima, vegetação e hidrografia) e dos aspectos urbanos no processo de voçorocamento, tecendo ainda uma série de considerações a respeito dos resultados alcançados, apresentando modelos esquemáticos que, em conjunto com a análise dos resultados, busca responder a questão principal deste trabalho ao mesmo tempo em que tenta confirmar as hipóteses apresentadas inicialmente para esta pesquisa.

CAPÍTULO 1 - A ÁREA DE ESTUDO

1.1. LOCALIZAÇÃO

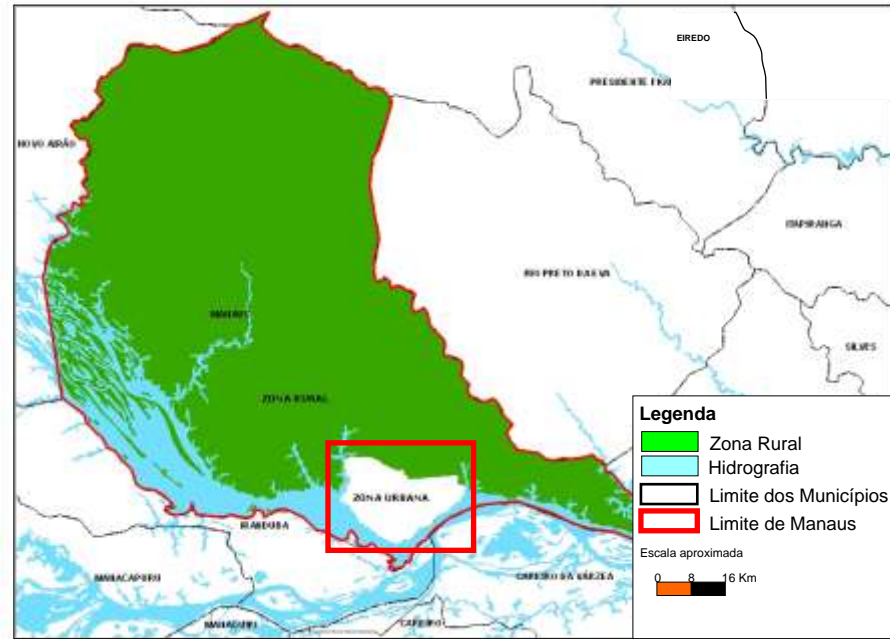
A cidade de Manaus-AM está situada na microrregião denominada Médio Amazonas, na confluência do Rio Negro com o Rio Solimões. Da sede até a foz do rio Amazonas, no Oceano Atlântico, Manaus dista cerca de 1700 km em linha reta (W-E), com um desnível de apenas 20 m partindo das margens do Rio Negro (área central de Manaus) em direção ao nível do mar (Atlântico). O município apresenta uma área de 11.401 km² (IMPLAN / CPRM, 1996). Desse total, aproximadamente 441,3 km² (3,8 % do total da área do município) são ocupados pelos 56 bairros que compõem a cidade.

Os limites urbanos de Manaus (inclusive as áreas para expansão urbana) apresentam seus pontos extremos (N, S, E e W) nas seguintes coordenadas geográficas: **leste:** 03°01'04" S e 59°49'27" W, **oeste:** 03°03'08" S e 60°06'49" W, **norte:** 02°58'14" S e 60°00'55" W, **sul:** 03°09'32" S e 59°58'55" W. O município 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 (**FIGURA 1**).

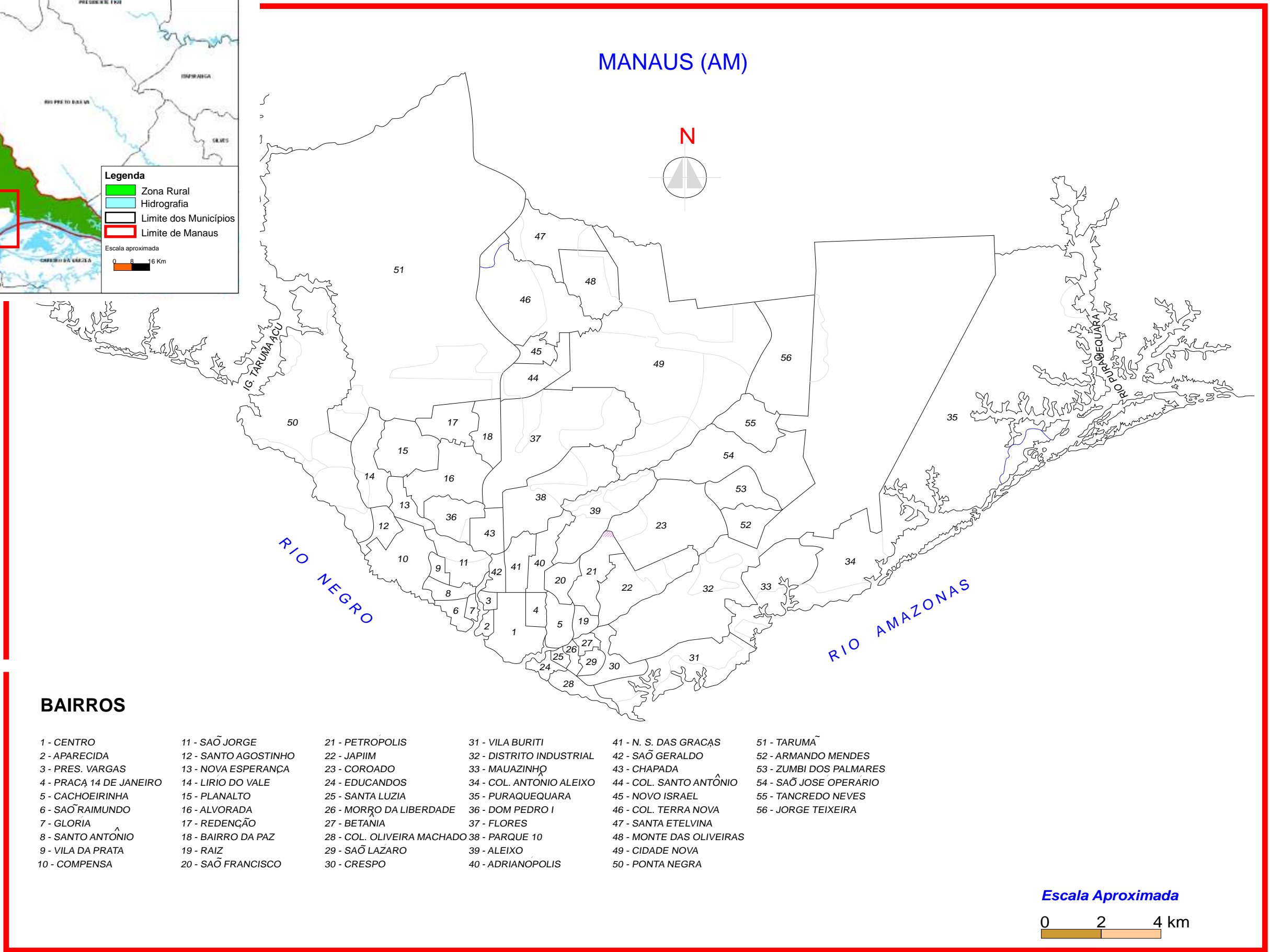
1.2. ASPECTOS NATURAIS

1.2.1. Geologia

A litologia da cidade de Manaus é constituída basicamente pela Formação Alter do Chão (**FIGURA 2**). Segundo Leal (1996), a constituição (sedimentação) dessa litologia teria iniciado no Albiano Médio a Superior (entre 112 a 99,6 Ma – na Era Mesozóica, Período Cretáceo Inferior), estendendo-se pelo Cenominiano (99,6 a 93,5 Ma – Cretáceo Superior) ao Turoniano (93,5 a 89,3 Ma – Cretáceo Superior).



Manaus e limite municipal.
Fonte: Modificado de Amazonas et al, 2006.



BAIRROS

- | | | | | | |
|-------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1 - CENTRO | 11 - SÃO JORGE | 21 - PETROPOLIS | 31 - VILA BURITI | 41 - N. S. DAS GRACAS | 51 - TARUMÁ |
| 2 - APARECIDA | 12 - SANTO AGOSTINHO | 22 - JAPIIM | 32 - DISTRITO INDUSTRIAL | 42 - SÃO GERALDO | 52 - ARMANDO MENDES |
| 3 - PRES. VARGAS | 13 - NOVA ESPERANÇA | 23 - COROADO | 33 - MAUAZINHO | 43 - CHAPADA | 53 - ZUMBI DOS PALMARES |
| 4 - PRACA 14 DE JANEIRO | 14 - LIRIO DO VALE | 24 - EDUCANDOS | 34 - COL. ANTONIO ALEIXO | 44 - COL. SANTO ANTÔNIO | 54 - SÃO JOSE OPERARIO |
| 5 - CACHOEIRINHA | 15 - PLANALTO | 25 - SANTA LUZIA | 35 - PURAQUEQUARA | 45 - NOVO ISRAEL | 55 - TANCREDO NEVES |
| 6 - SÃO RAIMUNDO | 16 - ALVORADA | 26 - MORÇO DA LIBERDADE | 36 - DOM PEDRO I | 46 - COL. TERRA NOVA | 56 - JORGE TEIXEIRA |
| 7 - GLORIA | 17 - REDENÇÃO | 27 - BETANIA | 37 - FLORES | 47 - SANTA ETELVINA | |
| 8 - SANTO ANTÔNIO | 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 - ALEIXO | 49 - CIDADE NOVA | |
| 10 - COMPENSA | 20 - SÃO FRANCISCO | 30 - CRESPO | 40 - ADRIANOPOLIS | 50 - PONTA NEGRA | |

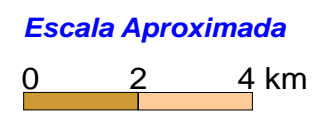


FIGURA 1 - Localização de Manaus (AM)
Fonte: Base Cartográfica da Área Urbana de Manaus. IMPLAN / CPRM (1996)
Organização: Antonio Fábio G. Vieira

Os arenitos da Formação Alter do Chão apresentam granulação fina a grossa, coloração branca, rósea, vermelha e cinza-claro, grãos subarredondados e arredondados, às vezes conglomeráticos e concreções lateríticas (COSTA *et al.*, 1978) e no caso em particular de Manaus, predomina o Arenito Manaus. Costa *et al.* (1978) descrevem esse arenito como 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, em igarapés e no interior de várias voçorocas (**FIGURA 3**). Esse arenito é bastante utilizado como brita e blocos de pavimentação na construção civil (FERNANDES FILHO, 1996).

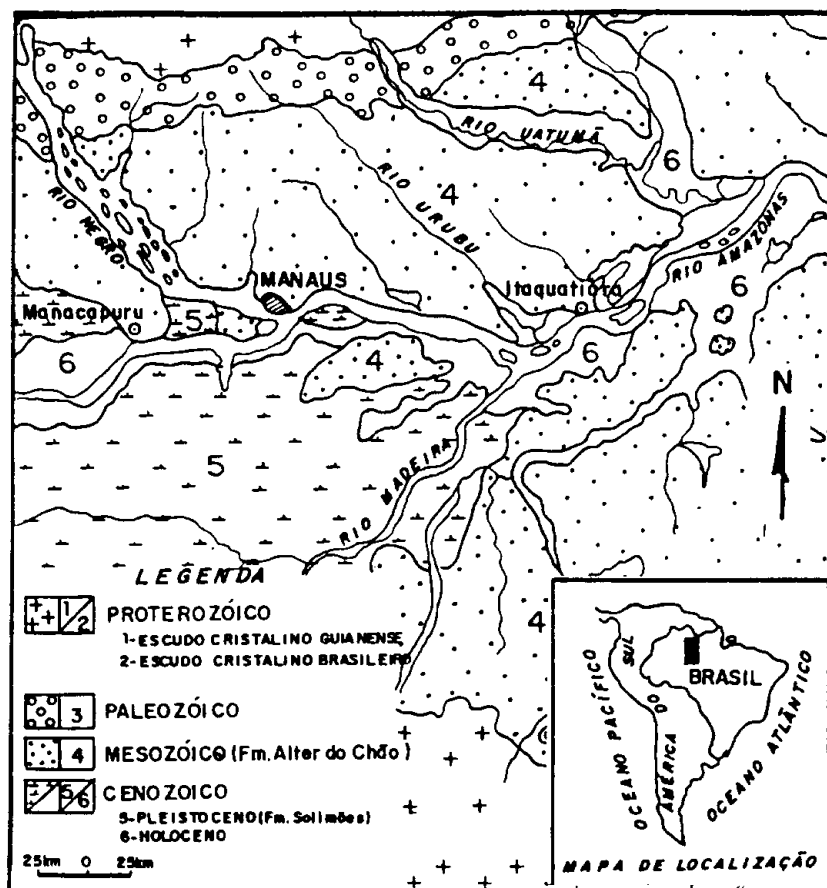


FIGURA 2 – Geologia da Região do Médio Amazonas
Fonte: Franzinelli e Piuci (1988).

A oeste da cidade de Manaus encontra-se a Formação Solimões (Pleistoceno) cobrindo a Formação Alter do Chão (FERNANDES FILHO, 1996).

A Formação Solimões é caracterizada por uma seqüência de clásticos argilosos e arenosos de coloração parda a castanho-azulado.



FIGURA 3 – Afloramento do Arenito Manaus no interior da Voçoroca nº 9. Área do 1º BIS (Amv). Bairro de São Jorge. Zona Oeste. Manaus-AM. (2004)

O alinhamento dos rios e todo o aspecto de drenagem em Manaus se configuram como resultantes de um controle neotectônico (LIMA, 1999). O modelo neotectônico do Baixo Rio Negro no qual Manaus está inserida é composto por dois conjuntos principais de falhas em direções NO-SE e NE-SO. O cruzamento dessas falhas forma blocos losangulares cujas diagonais maiores apresentam direção geral E-O (IGREJA, 2000). Em Manaus, as falhas que delimitam esses blocos losangulares apresentam direção geral ENE-OSO.

Igreja (2000) refere-se também à existência de juntas como elemento de destaque para o desenvolvimento de processos erosivos acelerados, uma vez que constituem planos de fraquezas para os desabamentos e como caminhos preferenciais da água (embora não se tenha conhecimento de trabalhos específicos que comprovem esse dado para Manaus). Os principais direcionamentos das juntas em Manaus estão ligados ao modelo Neotectônico Amazônico Atual (Transcorrente Destral) onde se verifica uma relação direta com o direcionamento estrutural da região. Essas juntas estão relacionadas às grandes falhas que cortam a cidade de Manaus. As principais famílias de juntas podem ser reunidas em cinco grupos: Direção Estrutural Rio Amazonas (OSO-ENE); Direção Estrutural Rio Solimões (ONO-ESE); Direção Estrutural Rio

Negro (NO-SE); Direção Rio Madeira (NE-SO) e Direção Estrutural Tarumã (S-N) (IGREJA, 2000).

1.2.2. Geomorfologia

O Município de Manaus está inserido no Planalto da Amazônia Oriental (ROSS, 2000), que apresenta intensa atuação de processos erosivos (**FIGURA 4**). Localmente a altimetria desse relevo não ultrapassa os 120 metros e é classificado como interflúvio tabular, cortado por uma rede de canais (igarapés). Essa superfície tabular constitui elemento de armazenagem da água da chuva. Uma vez excedida a capacidade de armazenamento, o fluxo que se forma segue em direção à encosta.

O sítio urbano de Manaus apresenta como principal característica os interflúvios tabulares (platôs) os quais terminam em encostas côncavas, convexas a retilíneas. No entanto, ocorre uma diferenciação entre as zonas no que se refere à extensão desses platôs e às características das encostas (declividade, forma e comprimento). A Zona Leste se destaca pela existência de platôs que terminam em encostas de grande declividade, curtas e com predominância da forma convexa, enquanto a Zona Oeste apresenta platôs mais extensos e com encostas retilíneas, longas e de baixa declividade. A outras zonas se assemelham entre si, com encostas variando entre côncavas a convexas, declividade variando de grande a baixa e com extensões também variadas.

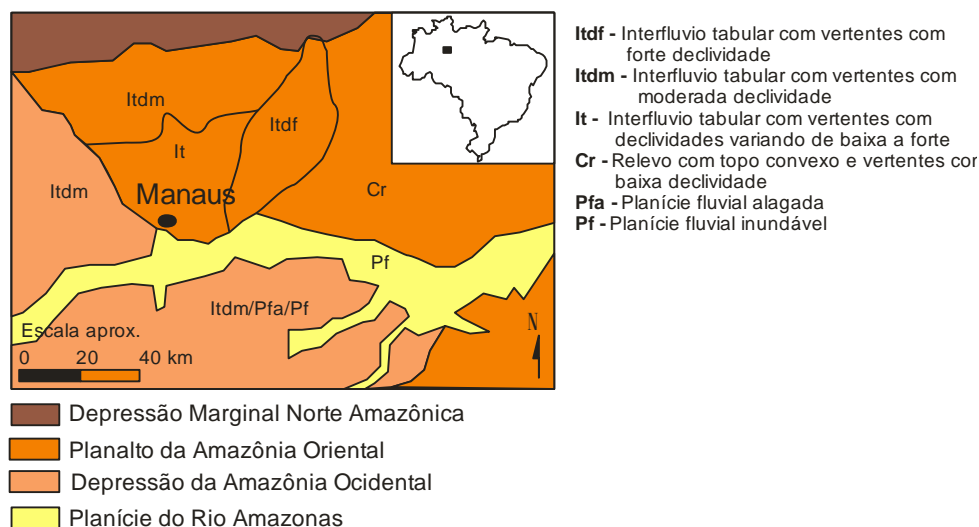


FIGURA 4 – Geomorfologia da região de Manaus e arredores.
 Fonte: modificado de ROSS (2000)

1.2.3. Clima

A temperatura média compensada (anual – área urbana de Manaus) fica em 26,7°C, com média das máximas em 31,5° C e médias das mínimas em 23,2° C (AGUIAR, 1995). As temperaturas médias compensadas mais altas do ano para a área urbana de Manaus ocorrem nos meses de agosto, setembro, outubro e novembro (27,3° C; 27,7° C; 27,7° C e 27,2° C respectivamente), enquanto as temperaturas médias compensadas mais baixas são registradas nos meses de fevereiro e março, ambos com 26° C (AGUIAR, 1995). A temperatura apresenta uma pequena variação nas médias anuais que fica entre 25,6° C e 27,6° C demonstrando ser bastante elevada (COSTA *et al*, 1978). A temperatura máxima absoluta fica em torno de 38° C, a mínima perto dos 16° C (NIMER, 1989) e a umidade relativa fica em torno de 83% (média anual). As maiores umidades relativas foram observadas nos meses de janeiro a maio (média de 87%) e as menores nos meses de agosto e setembro com 76% (AGUIAR, 1995). Durante o ano, chove em média 190 dias (AGUIAR, 1995), resultando um total acumulado de 2.193,8 mm em média (anual) no período de 1917 a 2006. O mês mais chuvoso é março, com média de 308,1 mm, e o mês mais seco é agosto, com média de 49,5 mm, segundo as médias das três séries observadas (1917 a 1946, 1947 a 1976 e 1977 a 2006)¹ (INMET, 2007). No **QUADRO 1** verificam-se as médias mensais desses três períodos e os respectivos totais anuais (média), obtidos de dados pluviométricos do período de 1917 a 2006 (INMET, 2007).

Considerando essas três séries, em Manaus na 1ª. série (1917 a 1946) a precipitação média anual ficou em torno de 2.095,6 mm; na 2ª. série período (1947 a 1976) a média anual alcançou 2.206,4 mm com um acréscimo de 5,2% em relação à primeira, e na 3ª. série (1977 a 2006) o total acumulado médio anual voltou a crescer, alcançando 2.279,5 mm, com aumento de 3,3% sobre o anterior, elevando os totais anuais.

¹ Até 1996 os dados pluviométricos eram coletados na estação meteorológica da Av. André Araújo, Bairro Aleixo, Zona Centro-sul. A partir de 1997 os dados meteorológicos passaram a ser coletados na Estação localizada no Distrito Industrial próximo à Marinha do Brasil, BR 319, Zona Sul.

QUADRO 1 – Precipitação média em Manaus (mensal e anual)

PRECIPITAÇÃO MÉDIA EM MANAUS (mm)													
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total
1917 a 1946	280,5	268,0	295,0	278,0	195,2	97,2	71,2	43,4	65,0	121,0	163,4	217,8	2095,7
1947 a 1976	280,8	281,9	322,1	321,1	233,4	111,0	66,4	39,5	57,4	100,3	177,1	215,4	2206,4
1977 a 2006	282,2	278,0	307,2	313,2	246,7	110,2	70,9	65,7	88,3	115,3	174,0	227,8	2279,5
Méd.	281,1	275,9	308,1	304,1	225,1	106,1	69,5	49,5	70,2	112,2	171,5	220,3	2193,8

Fonte: INMET – Manaus (2007)

Utilizando sete estações de monitoramento de chuva em Manaus, Aguiar (1995) percebeu que no período de agosto/1994 a julho/1995 ocorreram diferenças significativas na distribuição espaço-temporal das chuvas para Manaus. No centro e no "eixo" da cidade (áreas de maior adensamento urbano) tende a chover menos, total médio inferior a 200 mm (considerando o mês de março de 1995, o mais chuvoso). Ao se afastar do centro em direção aos limites da cidade o total pluviométrico aumenta, ficando entre 200 e 500 mm (AGUIAR, 1995), coincidindo com as áreas ocupadas há menos tempo e que concentram a maior parte das voçorocas em Manaus.

Outro aspecto ligado à precipitação refere-se ao mês de agosto/1994 em que os menores índices (< 100 mm) ocorrem na margem do rio e tendem a ir aumentando também para os limites urbanos da cidade. As estações denominadas hidrovias (nas proximidades do rio Negro) apresentaram no mês de agosto (mês seco) o menor registro (89,6 mm - hidrovía 1), enquanto a estação 7 (Redenção - distante do rio Negro) apresentou total de 197,0 mm (ambas no ano de 1994). Segundo Aguiar (1995), o fator que contribuiria para os índices mais baixos de chuvas nas estações próximas do rio estaria ligado à "brisa fluvial", que afastaria as chuvas do rio (AGUIAR, 1995).

1.2.4. Hidrografia

A cidade de Manaus é cortada por densa e intrincada rede de canais (igarapés) na qual o rio Negro destaca-se como o principal agente de drenagem (COSTA *et al.*, 1978) e tem seu baixo curso situado nessa unidade

morfoescultural (Planalto da Amazônia Oriental), funcionando como limite natural para expansão da cidade em direção ao sul, assim como os rios Tarumã Açu a oeste e o Puraquequara a leste.

Em termos de área, destacam-se quatro grandes bacias no interior do sítio de Manaus: a bacia do Tarumã, a bacia do São Raimundo, a bacia do Educandos e a bacia do Gigante. Ao todo, existem 19 bacias no espaço urbano de Manaus, classificadas em função da localização de suas respectivas desembocaduras em três grupos: bacias do oeste (três bacias), bacias do sul (nove bacias) e bacias do leste (sete bacias). Em termos de tamanho médio das áreas ocupadas pelas bacias verificou-se que as do oeste apresentam média de 68,4 km², em segundo lugar estão as bacias do sul com média de 24,8 km², e as bacias do leste com as áreas em torno de 11,9 km².

A soma das áreas das bacias existentes no sítio urbano de Manaus (512,13 km²) é maior que a própria área urbana (441,3 km²) porque algumas bacias extrapolam o limite do urbano, como a bacia do Igarapé do Tarumã e algumas bacias do leste, como do Igarapé do Inferno. Essas bacias apresentam vários de seus respectivos tributários localizados na área da Reserva Florestal Adolfo Duke (fora do limite urbano).

1.2.5. Solo

Em Manaus, duas classes de solo podem ser mais facilmente evidenciadas: os *Latossolos* e os *Espodosolos*. O primeiro, com variações de cor amarela a vermelho-amarela, de constituição bastante argilosa, é solo de maior representatividade em Manaus. Segundo Vieira e Santos (1987) essa classe (Latossolos) é predominante na Amazônia. São solos bem envelhecidos, profundos, de cor amarelada, tipicamente caulínicos, freqüentemente agregados com grande coerência, sendo quase sempre álicos (CURI, 1993).

Após tradagem de 12 m de profundidade em Latossolo localizado no Bairro da Cidade Nova / Conjunto Canaranas, Zona Norte, Lima (1999) encontrou-o bastante argiloso até a profundidade de 10 m, tornando-se mais

arenoso a partir daí. Em tradagem de 12 m de profundidade, também em Latossolo, na área da Indústria Siderama, Bairro Vila Buriti, Zona Sul, encontrou o solo bastante argiloso até a profundidade de 3 m, tornando-se arenoso e siltoso a partir daí (LIMA, 1999). Outra característica do Latossolo é sua maior plasticidade e pagajosidade em relação ao Argissolo, embora em termos de estruturação os dois perfis sejam iguais (LEAL, 1996).

A segunda classe é representada pelos *Espodossolos*, com horizontes de areia branca que podem atingir alguns metros de espessura, consistência solta; aparece nas bordas das encostas e acompanha os principais cursos d'água. A vegetação no local de ocorrência desses solos é do tipo campinarana, menos densa e exuberante do que a floresta equatorial (LEAL, 1996).

Uma terceira classe de solo é descrita por Leal (1996) como sendo freqüente em Manaus, o Argissolo, o qual apresenta horizonte B nodular de aproximadamente 1 m de espessura, encontrado a 1,3 m de profundidade. As cores variam de bruno forte (7,5YR 5/6) a amarelo brunado (10YR6/6) passando por vermelho (2,5YR4/6); consistência muito dura, porosa e com moderada drenagem (LEAL, 1996).

Do ponto de vista químico, as três classes de solos (Latosolos, Espodossolos e Argissolos) apresentam baixos teores de cátions trocáveis, indicando intenso processo de lixiviação (LEAL, 1996). Em termos qualitativos, a mineralogia desses três solos não apresenta variação considerável (LEAL, 1996). Nas frações areia grossa e fina predomina o quartzo, e em menor quantidade nódulos ferruginosos, agregados argilosos e óxidos metálicos primários em proporções variáveis (LEAL, 1996).

Através da análise mineralógica nos perfis realizados nas paredes de cinco voçorocas em Manaus, Lima (1999) verificou que a caulinita predomina, em detrimento do quartzo. Na Zona Oeste, observou um pico maior de quartzo. Em ordem decrescente de caulinita teríamos os perfis na Zona Norte, Zona Sul, Zona Oeste (LIMA, 1999). Os resultados mineralógicos coincidem em termos de ordem com os dados relativos à plasticidade: o Latossolo da Zona Norte é

classificado como altamente plástico; o Latossolo da Zona Sul varia de altamente plástico à fracamente plástico a medida que aumenta a profundidade, enquanto o Argissolo na Zona Oeste é classificado como fracamente plástico (LIMA, 1999).

Com base em critérios morfológicos Lucas (1989) 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 se caracteriza pelo fundo móvel, evidenciando um processo de pedoplasmação, e também a presença de nódulos ferruginosos e gibsíticos; c) a assembléia superior, representada pelos Latossolos argilosos que foram formados pela dissolução dos nódulos ferruginosos e gibsíticos da assembléia mediana.

1.2.6. Vegetação

No que se refere à cobertura vegetal, Manaus está inserida na Floresta Amazônica (Floresta Ombrófila Densa) (BOHRER e GONÇALVES, 1991). No entanto, em virtude da expansão urbana, essa vegetação primitiva vem diminuindo de tamanho a cada ano, remanescendo apenas pequenas “ilhas verdes” dessa floresta original, como por exemplo: Campus da Universidade Federal do Amazonas, área do 1º Batalhão de Infantaria de Selva (Amv), Unidades de Conservação do Tarumã e Ponta Negra (**FIGURA 5**), e parte do Distrito Industrial e da periferia da cidade.

Estudo realizado pelo SIPAM (2005) detectou aumento nas áreas desmatadas nos anos de 1986, 1995 e 2004, de respectivamente 192,63 km², 234,19 km² e 288,35 km² 2004. Em conseqüência, as áreas verdes encolheram consideravelmente, passando de 248,66 km² em 1986 e 206,12 km² em 1995 para 152,65 km² em 2004, ocorrendo uma inversão entre a área verde e a área desmatada. Tanto a ocupação ordenada quanto a desordenada (**FIGURA 6**), provocam em Manaus a perda de grandes áreas verdes. Dados do SIPAM (2005) permitem caracterizar Manaus (**QUADRO 2**) por zonas, em diferentes

momentos (1986, 1995 e 2004) mostrando o aumento do desmatamento e a diminuição das suas áreas verdes, tanto em termos percentuais quanto em km².



FIGURA 5 – Vista parcial da Ponta Negra (área nobre, Zona Oeste) com cobertura vegetal caracterizada por parcelas remanescentes da floresta Ombrófila Densa

Fonte: recorte da imagem do Quickbird (GISLAB-INPA, 2005).



FIGURA 6 – Vista parcial da Cidade Nova (área de ocupação popular, Zona Norte) caracterizando o desmatamento com perda da floresta Ombrófila Densa. A área circundada em vermelho representa ocupação planejada (Conjunto Habitacional Villa da Barra) e a área do entorno uma ocupação desordenada

Em termos de área verde, as Zonas Leste e Norte foram as que apresentaram as maiores perdas no período (1986 a 2004): respectivamente

47,82 km² e 26,67 km², configurando aumento na área desmatada de 100,6% para a primeira e de 84,2% para a segunda. De modo geral, o aumento do desmatamento nesse período em toda a cidade ficou em torno de 49,86%, área aproximada de 96 km² (**MAPA 1**).

Em 2005, do total do espaço urbano de Manaus, 288,35 km² representam a parcela desmatada e 152,65 km² são de áreas verdes (SIPAM, 2005), dando um total 96,4 m² de área verde por habitante, valor acima do recomendado pela OMS (16 m²). Todavia, essas porções verdes encontram-se em pontos específicos da cidade, o que significa dizer que a distribuição do “verde” não é homogênea, ficando restrita a algumas porções da cidade. Outro aspecto diz respeito ao desmatamento, o qual tem aumentado nos últimos anos, e como não vem sendo preservada a vegetação das margens e das cabeceiras dos igarapés, e nem mantida a vegetação das áreas com declividade acima de 15%, é possível que esse índice já tenha caído desde 2005 e continue a diminuir nos anos seguintes.

QUADRO 2 – Desmatamento e áreas verdes em Manaus (1986 a 2004)

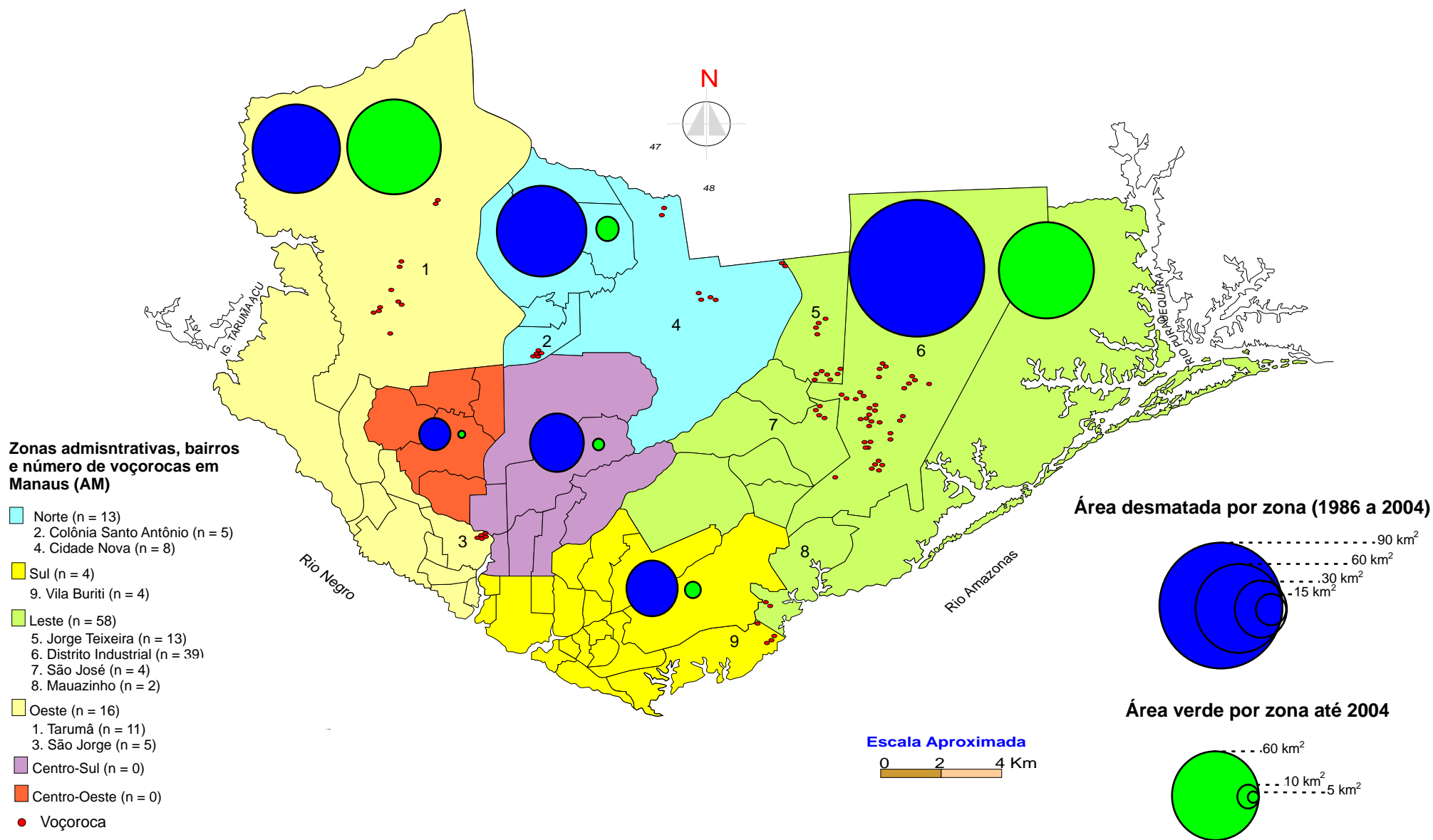
ZONA	ÁREA DESMATADA km ²			ÁREA VERDE km ²			ÁREA		
	1986	1995	2004	1986	1995	2004	TOTAL km ²	A.D.* km ²	%**
LESTE	47,58	69,96	95,4	115,45	93,07	67,64	163,03	47,82	100,6
NORTE	31,65	43,96	58,3	36,59	24,29	9,93	68,24	26,67	84,2
OESTE	45,37	48,42	58,9	74,16	71,11	60,58	119,53	13,58	29,9
CENTRO-SUL	24,51	28,07	31,62	11,99	8,44	4,88	36,50	7,11	29,0
CENTRO-OESTE	14,98	15,24	15,38	2,59	2,32	2,19	17,57	0,40	2,7
SUL	28,51	28,51	28,96	7,90	7,90	7,46	36,41	0,45	1,6
TOTAL	192,60	234,19	288,63	248,68	206,12	152,65	441,28	96,03	49,86

A.D. (Área desmatada) refere-se a diferença entre a área desmatada até 2004 menos a área desmatada até 1986.

** Percentual relativo ao aumento da área desmatada de 1986 para 2004

Fonte: modificado de SIPAM (2005)

MAPA 1 - PERDAS DE ÁREAS VERDES E AUMENTO DA ÁREA DESMATADA E LOCALIZAÇÃO DAS VOÇOROCAS EM MANAUS (AM)



1.3. ASPECTOS URBANOS

Manaus surgiu à margem do Rio Negro, de um forte construído em 1669 (MELLO,1967). Sua evolução foi aqui dividida em três fases: a primeira entre 1669 e 1840; a segunda entre 1840 e 1955, e a terceira fase de 1955 até os dias atuais². Esta terceira fase pode ser dividida em dois períodos: o *Pré-Zona Franca (ZF) e Distrito Industrial (DI)* e o segundo, da criação da ZF e do DI em 1967 até o momento. Este último período é caracterizado tanto pela maior expansão da malha urbana quanto pelo aumento populacional. A ampliação da malha urbana contribuiu para reduzir as áreas verdes e ampliar a ocupação de áreas inadequadas à construção de habitações.

1.3.1. Breve histórico da evolução urbana de Manaus

A cidade de Manaus surgiu conforme já citado aqui, de um forte denominado Fortaleza de São José do Rio Negro, em 1669. Ao redor desse algumas nações indígenas como Manau, Tacu, Baré, Passé e Baniúa, agruparam-se, formando a *Aldeia de São José do Rio Negro*, que depois seria rebaixada à categoria de lugar, com o nome de *Lugar da Barra do Rio Negro*. Mais tarde, por volta de 1833, foi denominada *Vila de Manaus*. Em 1848 foi elevada de categoria, recebendo o nome de *Cidade da Barra do Rio Negro*. Finalmente em 1856, passou a chamar-se *Cidade de Manaus* (MELLO, 1967). Levando-se em consideração os 339 anos de sua existência, pode-se caracterizar o surgimento de impactos sobre o ambiente urbano de Manaus³ conforme as três fases anteriormente citadas.

Na **primeira fase**, de 1669 (*Fundação de Manaus*) a 1840 (*Início da exploração de produtos florestais*), devido à lenta expansão da cidade, poucas modificações ocorreram na fauna e na flora locais, havendo até um decréscimo populacional devido principalmente aos constantes conflitos entre brancos e índios (SALATI, 1990).

² Essas três fases são baseadas no trabalho de Enéas Salati (1990), em que o autor divide em três fases a ocupação e o surgimento de impactos na Amazônia Brasileira, nos últimos 300 anos.

³ O nome **Manaus** tem origem da nação indígena Manau, que preponderou no Rio Negro. A palavra Manaus – significa **Mãe dos Deuses** e vem do tupi com o radical feminino sânscrito – **man, maná** (MELLO, 1967).

Na **segunda fase**, entre os anos de 1840 e 1955, tem início a aplicação de projetos de colonização e desenvolvimento regional, quando aproximadamente 800 mil migrantes penetraram na Amazônia. Esses migrantes distribuíram-se por toda a região, ficando Manaus ainda pouco habitada, uma vez que em 1852 apresentava uma população de cerca de 4.000 habitantes, com ruas curtas e estreitas, sem calçamento nem iluminação. 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, como capital da Província do Amazonas, Manaus foi a grande beneficiada com os recursos advindos da exploração da borracha, tendo nesse período seu momento de grande desenvolvimento urbano cultural e social. De 1889 a 1920, a capital do Amazonas passou de cerca de 10.000 habitantes para pouco mais de 75.000, o que Ab'Saber (1953) considera um grande crescimento para uma cidade amazônica. Ele comenta ainda que, antes mesmo de ter esse aumento populacional, Manaus apresentou características de uma grande cidade em face de sua importância comercial e portuária.

A terceira fase, que se inicia em 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), as quais contribuíram com novos caminhos para os migrantes vindos naquela época, principalmente do Sul do País.

Cidades como Belém e Manaus tiveram novamente um grande crescimento populacional devido também a: projetos de exploração mineral na região (ouro, ferro, bauxita, manganês, cassiterita, pedras preciosas etc.); projetos industriais (siderurgia, alumínio, ferroligas); projetos hidrelétricos; exploração de petróleo e gás natural; e no caso mais específico da cidade de Manaus, a criação da Zona Franca e do Distrito Industrial no final da década de 1960 (SALATI, 1990). Tanto que, em 1970, Manaus apresentava uma área urbana de 25,32 km² com população de 311.622 habitantes, o que resultava

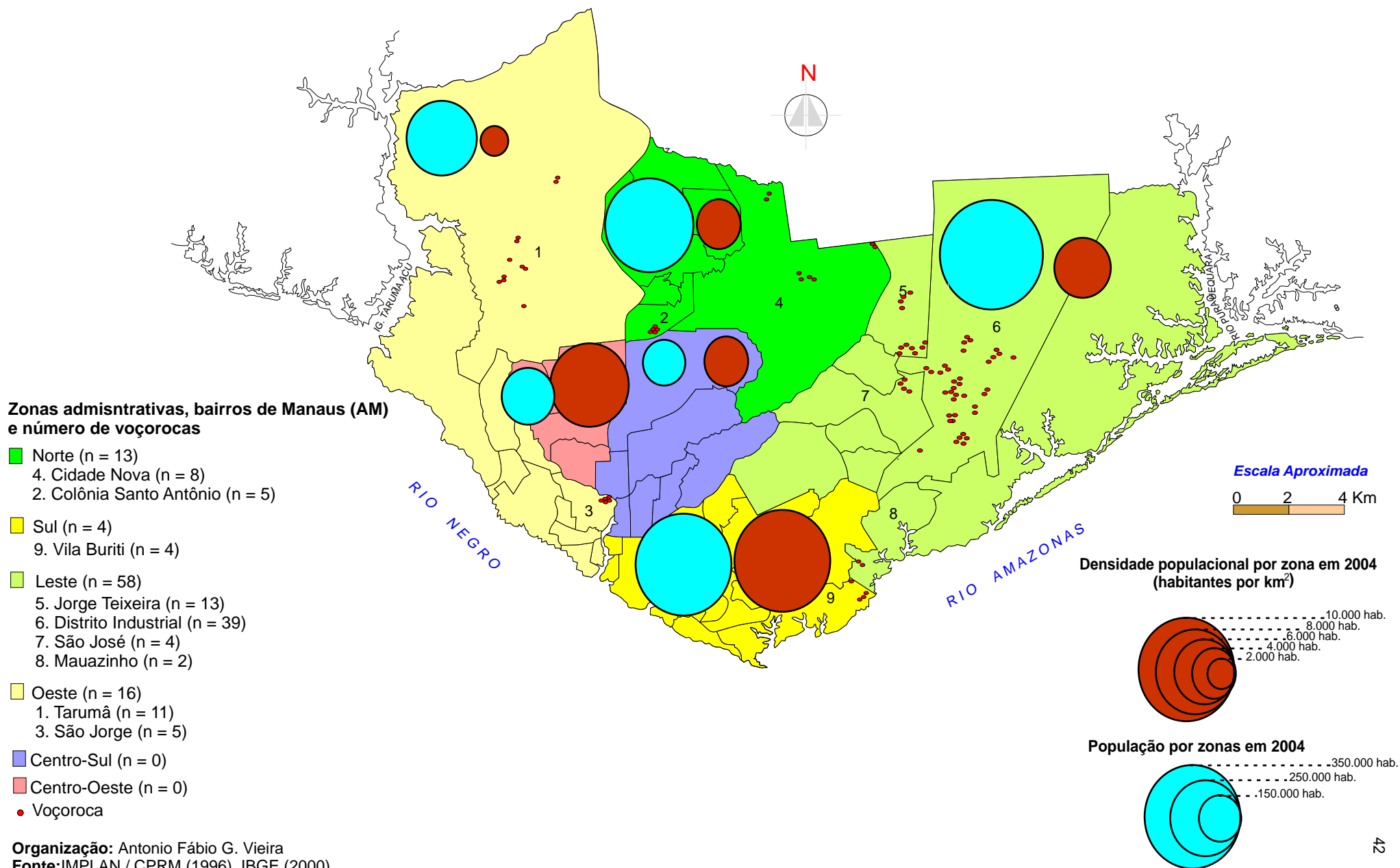
numa densidade populacional de 12.307 hab./km². Já em 1991 a cidade passa a ocupar um espaço de cerca de 300 km² com uma população de 1.010.558 habitantes, densidade populacional de 3.368 hab./km².

No ano de 1993, a população manauara era da ordem de 1.138.159 habitantes, ocupando uma área de 377,37 km², o que representava uma densidade populacional de 3.016 hab./km². Em 1995, a população alcança o total de 1.282.310 habitantes com densidade populacional de 3.398 hab./km². De 1970 a 2004, a população cresceu mais de 5 vezes, ou seja, de 311.622 para 1.582.284 habitantes (população estimada pelo IBGE, 2000) e a área ocupada pelo sítio urbano teve um aumento de mais de 17,4 vezes, passando de 25,32 km² para 441,3 km², o que resulta em uma densidade populacional em torno de 3.585 hab./ km². Por outro lado, levando em consideração somente a área desmatada da cidade (288,35 km²), a densidade populacional aumenta para 5.487 habitantes por km². Essa grande expansão da malha urbana, principalmente nas décadas de 80 e 90, deixou grandes vazios demográficos na cidade, alguns deles preenchidos no final da década de 90 e início deste século por ocupações, como as comunidades: Mundo Novo, Grande Vitória, Nova Vitória, Nova Floresta e Nova Conquista, entre outras.

A respeito da expansão urbana de Manaus, Ribeiro Filho (1997) diz que o crescimento populacional e urbano iniciado no final da década de 60 e principalmente na década de 80 foi bastante acelerado e desordenado. Nesse período, muitos “bairros” surgiram sem nenhum planejamento, ocupando áreas impróprias para construção de habitações, como os igarapés e interflúvios, agravando os problemas ambientais.

No que se refere à descrição das áreas abrangidas pelas zonas administrativas em 2004 e os respectivos habitantes nesse ano, observa-se que as Zonas Oeste e Leste abrangem maior área, ao passo que a Zona Centro-Oeste ocupa a menor área em comparação com as outras zonas. A mais populosa é a Zona Leste, e a mais povoada é a Zona Sul; a menos populosa é a Zona Centro-Sul, e a menos povoada é a Zona Oeste (IBGE, 2000) (**MAPA 2 e QUADRO 3 e 4**).

MAPA 2 - DENSIDADE POPULACIONAL E POPULAÇÃO ABSOLUTA POR ZONAS E LOCALIZAÇÃO DAS VOÇOROCAS EM MANAUS (AM)



QUADRO 3 – Distribuição de área e população por zonas em Manaus (AM)

	Zonas Administrativas					
	Norte	Sul	Centro-Sul	Centro-Oeste	Oeste	Leste
Área km²	76,20	35,47	36,95	18,97	132,50	66,92
População	320.455	349.293	140.455	159.752	243.273	369.056
Área Total	367,01 km ²					
Pop. Total	1.582.284					

Fonte: Censo do IBGE (2000) e projeção para 2004

QUADRO 4 - Densidade Populacional por zonas em Manaus (AM)

Norte	Sul	Centro-Sul	Centro-Oeste	Oeste	Leste
4.205,4 hab./km ²	9.847,5 hab./km ²	3.801,2 hab./km ²	8.421,2 hab./km ²	1836 hab./km ²	5.514,8 hab./km ²

Fonte: Censo do IBGE (2000) e projeção para 2004

Fazendo uma breve comparação da população urbana de Manaus com a do restante do Estado, verifica-se que na capital amazonense encontram-se 52,2% da população do Amazonas (3.232.330 habitantes). Comparando com a população do município (1.592.555 habitantes em 2004), o total dos residentes na zona urbana era de 1.582.284 habitantes, o que representava 99,35% do total, ao passo que a população rural de Manaus era de apenas 10.271 habitantes (0,65 %).

CAPÍTULO 2 – EROSÃO POR VOÇOROCAS EM ÁREAS URBANAS: PROCESSOS E FEIÇÕES

2.1. FATORES CONTROLADORES DAS INCISÕES EROSIVAS

O surgimento de feições erosivas, e conseqüentemente de voçorocas depende das variações das taxas de erosão, as quais estão ligadas à ação de fatores controladores, como os processos hidrológicos, as propriedades físicas dos solos, a erosividade, as características da encosta, a cobertura vegetal (GUERRA, 1994) e a intervenção antrópica. Valentin *et al.* (2005) destacam alguns dos principais fatores controladores relatados em trabalhos recentes sobre erosão por voçorocas, como: a) características topográficas (gradiente da encosta e solos encrostados, encostas e área crítica de drenagem); b) solos e controles litológicos (solo / litologia / fatores geomorfológicos, encrostamento do solo, *piping*); c) uso da terra (mudanças atuais relativas ao uso da terra, abertura de estradas e ampliação de lotes urbanos, uso da terra no passado e mudanças climáticas); e d) mudanças climáticas.

Dietrich e Dunne (1993) descrevem que os processos existentes nas voçorocas, principalmente na cabeceira, variam desde escoamento superficial, escoamento subsuperficial (por meio de poros ou túneis), erosão em cascata, queda em blocos, movimentos de massa diversos até erosão por salpicamento, a erosão por percolação e erosão em dutos (OLIVEIRA e MEIS, 1985), entre outros.

2.1.1. Processos hidrológicos

2.1.1.1. Ação das gotas de chuva

Após eventos chuvosos, a água precipitada segue várias direções: uma parte cai diretamente na superfície do terreno (devido à falta de vegetação ou entre os espaços existentes na vegetação); outra parte é interceptada pela copa das árvores, da qual uma parte é evaporada (evapotranspiração) ou ainda chega ao solo ou por gotejamento das folhas (transprecipitação) ou por escoamento de tronco (fluxo de tronco). No caso em que a água cai direta ou indiretamente no terreno, pode ocorrer

a erosão por salpicamento (*splash erosion*), desde que a superfície do terreno esteja desprovida de proteção (serrapilheira e/ou camada orgânica) (CORRÊA, 1959; FOURNIER, 1975; SCHULTZ, 1983 e LEPSCH, 1993). O impacto das gotas de chuva destrói os agregados do solo em partículas menores, as quais são lançadas em várias direções a uma distância que vai de milímetros a dezenas de centímetros (NEBOIT, 1983; EVANS, 1984; LEGOUT *et al.*, 2005).

2.1.1.2. Infiltração da água no solo

Uma vez na superfície do terreno, a água precipitada poderá infiltrar no solo em velocidade que depende das condições de chuva (intensidade e total); das condições de solo (superfície do solo, textura, estrutura, porosidade, densidade aparente e das quantidades de água e ar existentes no interior do solo); e das características da encosta e da cobertura vegetal (SILVEIRA *et al.*, 1993; SINGER e BISSONNAIS, 1998; BARTHÈS e ROOSE, 2002; BISSONNAIS *et al.*, 2005).

Segundo Horton (1945), a capacidade de infiltração é comandada principalmente pelas condições da superfície do solo, as quais são alteradas intensamente pelos efeitos da chuva que incluem: compactação da superfície (selamento), quebra das estruturas do solo em frações menores, inchamento das partículas coloidais e transporte de pequenos fragmentos para o interior dos poros maiores.

2.1.1.3. A formação de escoamentos superficiais e subsuperficiais

Com a compactação da capa superficial do solo pela ação das gotas de chuva, crostas se formam na superfície do terreno (*crust*) (**FIGURA 7**) e impedem a infiltração de água no solo, propiciando o escoamento superficial (GUERRA, 1994; SINGER e BISSONNAIS, 1998; VALENTIN *et al.*, 2005). No entanto, ao mesmo tempo que as crostas proporcionam o aumento do escoamento superficial, quando a superfície seca pode ocorrer a formação de fendas que tornam a infiltração maior do que em solos sem crostas (GUERRA, 1994). Valentin *et al.* (2005) destacam a existência de solos propícios à formação de crostas e/ou surgimento de *piping* como importantes na deflagração de voçorocamentos.

A saturação do solo também cessa a infiltração, permitindo que a água acumulada na superfície do terreno comece a movimentar-se, lavando-a como uma pequena lâmina de água (escoamento superficial saturado). Existe ainda o escoamento superficial hortoniano, que ocorre quando a intensidade da chuva é maior que a capacidade de infiltração (COELHO NETTO, 1994) (**FIGURA 8**). Nos dois casos a água pode correr no terreno sem seguir caminhos preferenciais (escoamento superficial difuso). No entanto, a partir do momento em que a água começa a percorrer caminhos preferenciais, inicia-se o escoamento superficial concentrado, cuja capacidade erosiva é bem maior do que a do escoamento difuso.

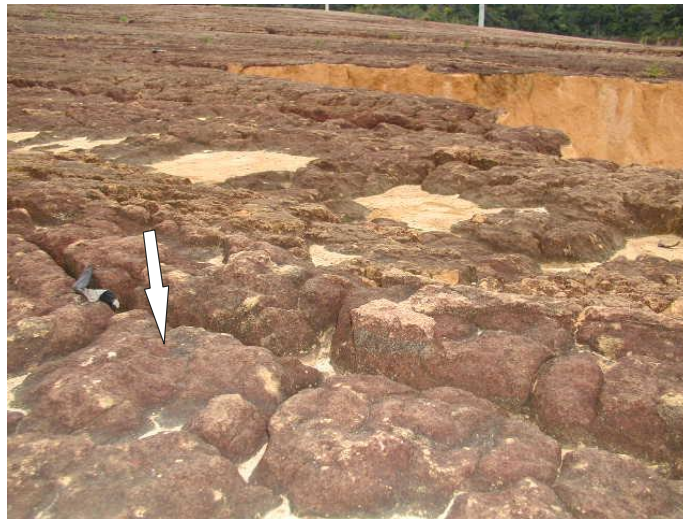


FIGURA 7 – Crostas próximas à cabeceira da voçoroca nº 11. Distrito Industrial. Zona Leste. Manaus-AM. (2004)



FIGURA 8 – Formação de escoamento superficial hortoniano concentrado (setas) e difuso, instantes após o início da chuva. Próximo à voçoroca nº 9, na área do 1º BIS (Amv). Bairro de São Jorge. Zona Oeste. Manaus-AM. (2004)

No interior do terreno pode ocorrer a formação de escoamento subsuperficial (**FIGURA 9**), variando de uma área para outra segundo as suas características, como: topografia, perfil do solo e umidade antecedente às chuvas (COELHO NETTO, 1994).

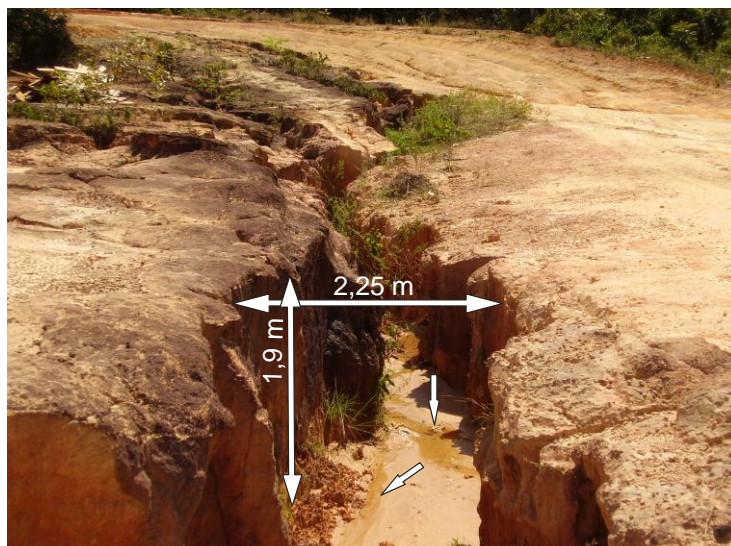


FIGURA 9 - Afloramento de lençol freático (setas pequenas). Voçoroca n° 9. Área do 1º BIS (Amv). Bairro de São Jorge. Zona Oeste. Manaus-AM. (2006)

O movimento da água no interior do terreno está ligado à condutividade hidráulica que, por sua vez, pode ocorrer tanto em solo saturado (COELHO NETTO, 1994) como em solo não saturado, e à medida que diminui a condutividade com a profundidade, pode ocorrer o fluxo de retorno (OLIVEIRA, 2006).

Os fluxos de água subsuperficiais como mecanismos de erosão incluem a *erosão de vazamento*, cuja força do fluxo exfiltrante é capaz de deslocar partículas no meio poroso; e a *lavagem em túnel*, que ocorre quando uma força cisalhante atua nas margens de um macroporo (DUNNE, 1990; COELHO NETTO, 1994). As voçorocas podem originar-se tanto por escoamento superficial quanto por escoamento subsuperficial (BRYAN e JONES, 1997; VALENTIN *et al.*, 2005).

2.1.2. Erosividade

É a capacidade que tem a chuva de provocar erosão. Depende de alguns aspectos, como: total e intensidade precipitada; momento; energia cinética e características das gotas da chuva (tamanho e velocidade) (EVANS, 1984; GUERRA, 1994; LOZET e MATHIEU, 2002). A intensidade da chuva (volume total precipitado em determinado tempo) é possivelmente o parâmetro mais importante para prever as taxas de perda de solo (GUERRA, 1994). A intensidade da chuva influencia também as taxas de infiltração que pode gerar escoamento superficial quando a capacidade de infiltração é excedida (HORTON, 1945).

2.1.3. Erodibilidade

Representa a vulnerabilidade do solo à erosão dentro de características específicas. Entre as várias propriedades do solo que influenciam os processos erosivos, destacam-se a textura (combinação granulométrica dos solos), a densidade aparente (compactação do solo); a estabilidade dos agregados e o teor de matéria orgânica. Deve-se levar em consideração também o estado inicial dos solos, que pode variar ao longo do tempo, após um evento chuvoso ou ainda pelo seu uso, produzindo assim modificações na erodibilidade (SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 1975; GUERRA, 1994; LOZET e MATHIEU, 2002)

2.1.4. Cobertura vegetal

Entre as propriedades ligadas à vegetação como protetora do solo contra erosão, destacam-se a copa e a formação de serrapilheira. A esse respeito vale aqui rever a afirmação de Fournier (1975) de que um pingo de chuva atinge sua velocidade limite (velocidade crítica) ao percorrer mais de 20 m. Isso nos leva a refletir sobre a cobertura vegetal arbórea na Amazônia, onde uma grande quantidade das espécies nela existentes atinge altura superior a 20 m: quando ocorre o gotejamento, a velocidade dos pingos ao atingir o solo pode ser bem próxima da velocidade real, sem obstáculos. No entanto, a existência de vários estratos e a espessa serrapilheira existente nessa floresta diminui o poder erosivo das chuvas.

2.1.5. Características das encostas

Entre as características específicas da encosta que podem ter reflexos na erosão, destacam-se: a declividade, o comprimento e a forma da encosta. Nas 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 o escoamento superficial (BIGARELLA e MAZUCHOWSKI, 1985). A FAO (1967) aponta como principais conseqüências da inclinação de terrenos a maior velocidade de fluxos de água concentrados e a maior quantidade de partículas do terreno arrancadas de seu lugar e transportadas para perto ou longe de seu ponto de origem. Todavia, outros autores discordam dessa afirmação, pois constataram que nas encostas muito íngremes, a erosão pode diminuir pela falta de material disponível (MORGAN, 1986). Outro aspecto ligado à influência das encostas nos processos erosivos diz respeito ao comprimento (FAO,1967; SCHULTZ, 1983; CUNHA et al., 1991), parâmetro que deve ser analisado em conjunto com outros aspectos, como declividade, formas da encosta e propriedades do solo. (GUERRA, 1994) (**QUADRO 5**).

A forma da encosta representa importante papel na erodibilidade dos solos. Morgan (1986) destaca a importância das cristas longas, com encostas curtas convexas, como sendo características morfológicas que propiciam a erosão dos solos. Encostas convexas com topo plano podem armazenar água que, se liberada em fluxos concentrados, pode dar origem a ravinas e até mesmo voçorocas (GUERRA, 1994).

O contrário foi observado na região do vale do Paraíba do Sul por Oliveira e Meis (1985): as maiores incidências de voçorocamentos em encostas côncavas levaram-os a perceber a estreita relação entre encostas côncavas, escoamento subsuperficial e voçorocamentos. Parsons (1988) aponta uma relação da forma da encosta com os processos, principalmente com a capacidade de transporte e sedimentação. Esses processos são divididos em duas grandes partes: 1) força mecânica dos fluxos de água (processos de lavagem); 2) força gravitacional (movimentos de massa).

QUADRO 5 – Comprimento da encosta e perda do solo

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

Fonte: Smith e Wischmeier (1960, *apud* FAO, 1967)

2.1.6. Participação do homem nos processos erosivos

Pelo exposto, os processos erosivos estão associados a diversos fatores naturais, que variam no tempo e no espaço. É importante destacar que a erosão é um processo natural diretamente ligado a condicionantes naturais, como solo, relevo, cobertura vegetal e clima, podendo ter seus efeitos ampliados por algum evento episódico (forte chuva, por exemplo) ou ainda pela intervenção do homem. Deve-se, portanto, discutir a relação das características naturais com o tipo de intervenção realizada pelo poder público, pela iniciativa privada e pelas ações populares no surgimento e na expansão das voçorocas em Manaus. No entanto, como a distribuição espacial das voçorocas na área de estudo não é homogênea, o nível de influência dos fatores naturais e antrópicos varia de uma área para outra. O entendimento dessa relação (aspectos naturais e ações antrópicas), influenciando a intensificação dos processos erosivos tem sido objeto de estudo em outras áreas no Brasil, principalmente a partir da década de 80 do século XX.

2.2. VOÇOROCAS E OUTRAS FEIÇÕES EROSIVAS

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) e parte dessa degradação é causada por voçorocas. E para entender o processo de formação e evolução de uma voçoroca, preliminarmente é necessário discutir a definição desse tipo de incisão e sua classificação, pois há inúmeras definições a respeito e que provocam algumas controvérsias. Além disso,

serão destacadas as definições acerca de outras feições erosivas envolvidas no processo de formação de voçorocas, como sulcos e ravinas.

2.2.1. Sulcos (*rills*)

São pequenos canais de alguns centímetros de profundidade formados pela ação do escoamento superficial (SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 1975), quando a água da chuva acumula nas depressões e depois começa a fluir, adotando uma trajetória de mínima resistência (FAO, 1967); são facilmente destruídos por máquinas agrícolas (**FIGURA 10**).



FIGURA 10 – Sulcos (setas). Área de expansão do Conj. Habitacional Francisca Mendes. Bairro Cidade Nova. Zona Norte. Manaus – AM
Fonte: Modificado de Vieira (1998)

2.2.2. Ravina

Diferente do sulco, a ravina apresenta profundidade superior a 0,5 m formada por escoamento superficial, forma retilínea, alongada e estreita, constituída por perfil transversal em “V” (CANIL *et al.*, 1995). Por se tratar do aprofundamento do sulco (HOLY, 1980; VIEIRA, 1998), para diferenciá-los, neste trabalho foi estabelecida como parâmetro a profundidade de 0,05 m a 0,50 m para os sulcos e de 0,50 m a 1,5 m para ravina (**FIGURA 11**). Em relação à voçoroca, além do perfil transversal em “V”, a ravina não apresenta processos de desmoronamento das paredes expostas da incisão, como a queda em bloco.

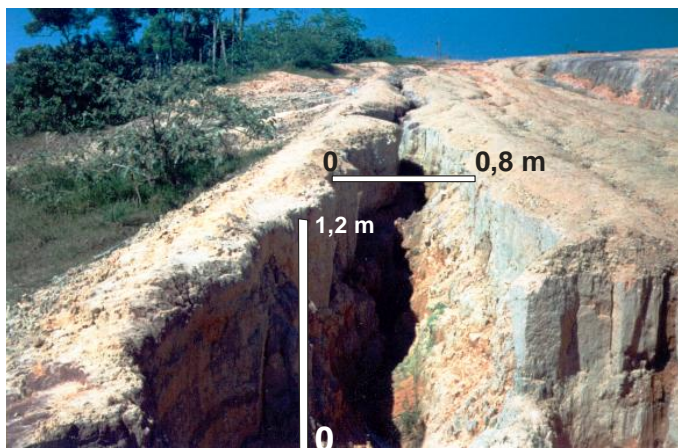


FIGURA 11 – Ravina. Área de expansão do conjunto habitacional Francisca Mendes. Bairro Cidade Nova - Zona Norte. Manaus-AM
 Fonte: Modificado de Vieira (1998)

2.2.3. Voçoroca

O termo voçoroca é também conhecido como *boçoroca*, principalmente no Estado de São Paulo; poucos pesquisadores ainda adotam a grafia *vossoroca*. Outros nomes são usados para designar voçoroca, como erosão em garganta ou em grotas (CÔRREA, 1959) *gully erosion* (na maioria dos países de língua inglesa – SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 1975), *lavaka* (Madagascar - THOMAS, 1994), *ravine* (França – LOZET e MATHIEU, 2002).

A *Soil Science Society of America* (1975) define as voçorocas como incisões que apresentam profundidades superiores a 30,48 cm, podendo atingir entre 22,86 m a 30,48 m. Na classificação utilizada pelo IPT, as voçorocas se caracterizam principalmente pela queda em bloco e pelo 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). Canil *et al.* (1995) descrevem as voçorocas como canais profundos que apresentam paredes irregulares e perfil transversal em “U” resultantes da ação combinada de escoamento superficial e subterrâneo.

Para Bigarella e Mazuchowski (1985) a voçoroca é um canal de drenagem com paredes abruptas, com fluxos temporários ou eventualmente pequenos, erosão

geralmente intensa e cabeceira bastante íngreme e escarpada. Oliveira (1999) descreve as ravinas e voçorocas como incisões resultantes de desequilíbrios naturais ou induzidos pela ação antrópica. Guerra (1994) e Oliveira (1999) utilizam a profundidade e a largura superiores a 0,50 m como parâmetro para diferenciar ravina de voçoroca. Lozet e Mathieu (2002) definem voçoroca como depressão originada pela ação do escoamento concentrado da água e que não pode ser combatida por meio de instrumentos agrícolas. As dimensões variam de 1 a 12 m de profundidade, com largura que pode ultrapassar 30 m.

O conceito adotado neste trabalho caracteriza voçoroca como incisão erosiva que apresenta queda em bloco das camadas do solo, paredes verticais e fundo plano, formando secção transversal em U (VIEIRA, 1998) e profundidade superior a 1,5 m (**FIGURA 12**). No **QUADRO 6**, estão sintetizadas as definições sobre voçorocas de forma a melhor observar suas diferenças e semelhanças.

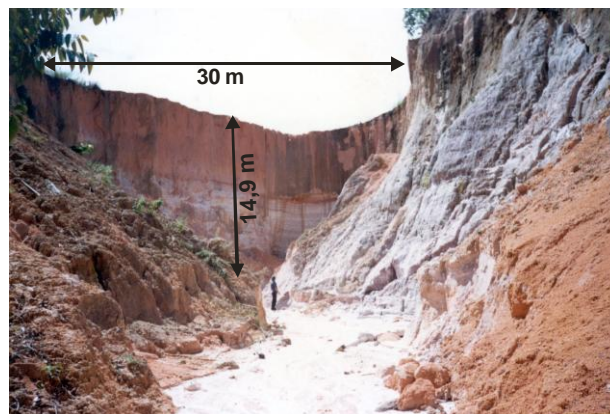


FIGURA 12 – Voçoroca nº 10. Distrito Industrial. Zona Sul. Manaus – AM
Fonte: Modificado de Vieira (1998)

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. Embora o aparecimento de voçorocas esteja atualmente muito relacionado à interferência antrópica (seja pela expansão horizontal do espaço rural e/ou urbano, seja pelo manejo de determinadas áreas), os fatores naturais devem ser considerados.

QUADRO 6 – Resumo das principais definições de voçorocas.

01	Soil Science Society of América, 1975	Incisão com profundidade superior a 0,30 m.
02	Bigarella e Mazuchowski, 1985	Canal de drenagem de paredes abruptas com fluxos efêmeros ou eventualmente pequenos.
03	Instituto Paulista de Tecnologia – IPT (São Paulo, 1990).	Incisão erosiva que apresenta como características principais a queda em bloco e afloramento do lençol freático.
04	Guerra, 1994	Possui paredes laterais íngremes, fundo chato, ocorrendo fluxo de água no seu interior durante eventos chuvosos.
05	Canil <i>et al.</i> , 1995	Canal profundo com paredes irregulares e perfil transversal em U e resultante da ação combinada entre escoamento superficial e subterrâneo.
06	Vieira, 1998	Incisão erosiva que apresenta queda em bloco das camadas do solo, paredes verticais, fundo plano, secção transversal em U .
07	Oliveira, 1999	Incisão natural resultante de desequilíbrios naturais ou induzidos pela ação antrópica, com profundidade e largura superiores a 0,50 m
08	Lozet e Mathieu, 2002	Depressão originada pela ação do escoamento concentrado da água e que não pode ser combatida por meio de instrumentos de arado. Pode apresentar profundidade entre 1 e 12 m e a largura pode ultrapassar mais de 30 m.
09	Vieira (1998) modificado para este trabalho.	Incisão erosiva que apresenta queda em bloco das camadas do solo, paredes verticais, fundo plano, secção transversal em U e profundidade superior a 1,5 m.

2.2.3.1. Classificação de voçorocas

As voçorocas podem ser agrupadas pelo tipo (OLIVEIRA, 1989), em: conectadas, desconectadas e integradas (**FIGURA 13**). As conectadas se associam ao escoamento hipodérmico e/ou subterrâneo nas partes baixas da encosta, podendo ser consideradas canais de primeira ordem; as desconectadas, encontrando-se na parte superior da encosta, estão ligadas ao escoamento superficial e/ou a movimentos de massa e não poderiam ser consideradas canal de primeira ordem por não estarem ligadas a nenhuma rede de drenagem; as integradas, são na verdade a junção das duas formas anteriores (voçorocas conectadas e voçorocas desconectadas), formando uma só incisão erosiva.

Outra classificação pode ser utilizada pelas formas, em: linear, bulbiforme, em treliça, composta, dendrítica, paralela (BIGARELLA e MAZUCHOWSKI, 1985) e

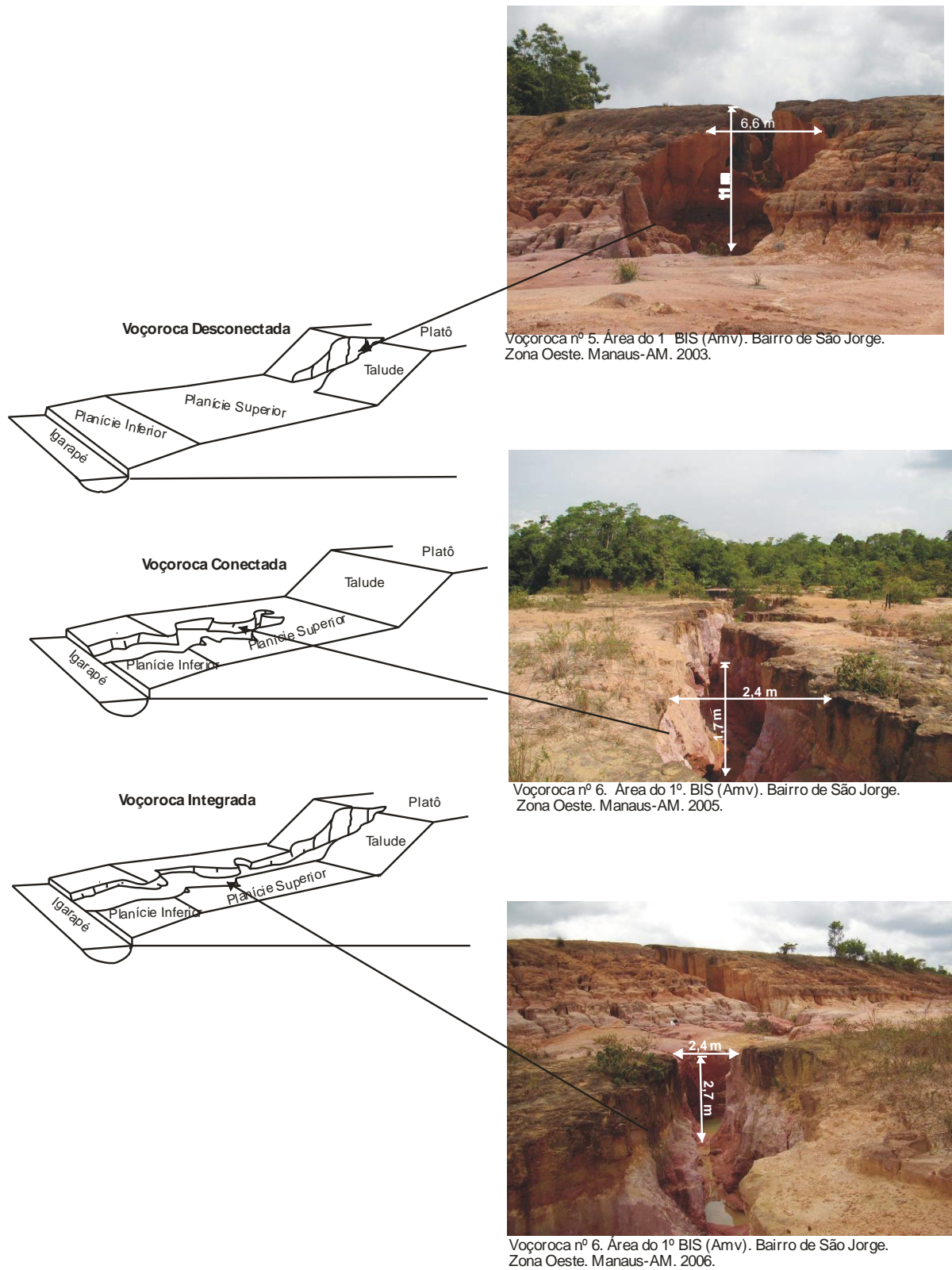


FIGURA 13 – Tipos de voçorocas segundo o nível de evolução
 Fonte: Adaptado de Oliveira (1992)

retangular (VIEIRA, 1998). Para o presente trabalho foi criada uma classificação baseada nas formas de maior incidência em Manaus: linear, bifurcada, ramificada, irregular e retangular (**FIGURA 14**). Cada forma é resultante de processos específicos e de condições ambientais características de seu local de ocorrência, tais como: geologia (litologia e estrutura), relevo (forma e declividade), solo, cobertura vegetal e sistema de drenagem superficial ou subsuperficial.

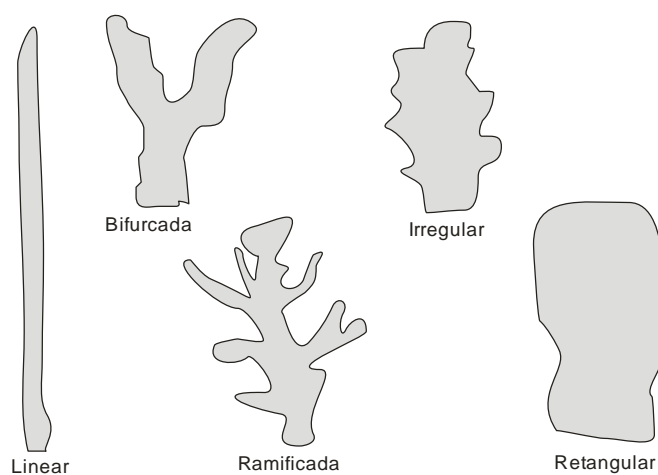


FIGURA 14 – Principais formas de voçorocas encontradas em Manaus

Analisando o cadastro das voçorocas em Manaus de agosto/1994 a outubro/2006, verificou-se que algumas incisões mudaram consideravelmente de forma (geometria). Por exemplo: a forma linear estaria ligada à existência de uma zona principal de convergência de drenagem (**FIGURA 15**), influenciada ainda pelas características de resistência e/ou ocorrência de controle estrutural evidente; a bifurcada apresenta duas zonas de contribuição de fluxos superficiais concentrados (**FIGURA 16**); a ramificada se caracteriza pela ocorrência de vários canais de drenagem superficiais (**FIGURA 17**), ocorrendo geralmente em solo do tipo Espodossolo ou em outros solos onde a declividade do terreno é relativamente baixa; a irregular pode estar ligada à existência de um ou mais fluxos superficiais concentrados, caracterizando-se como transitória entre as outras formas existentes; a retangular pode ser, em alguns casos, a forma final da expansão de uma das outras formas descritas (**FIGURA 18**).

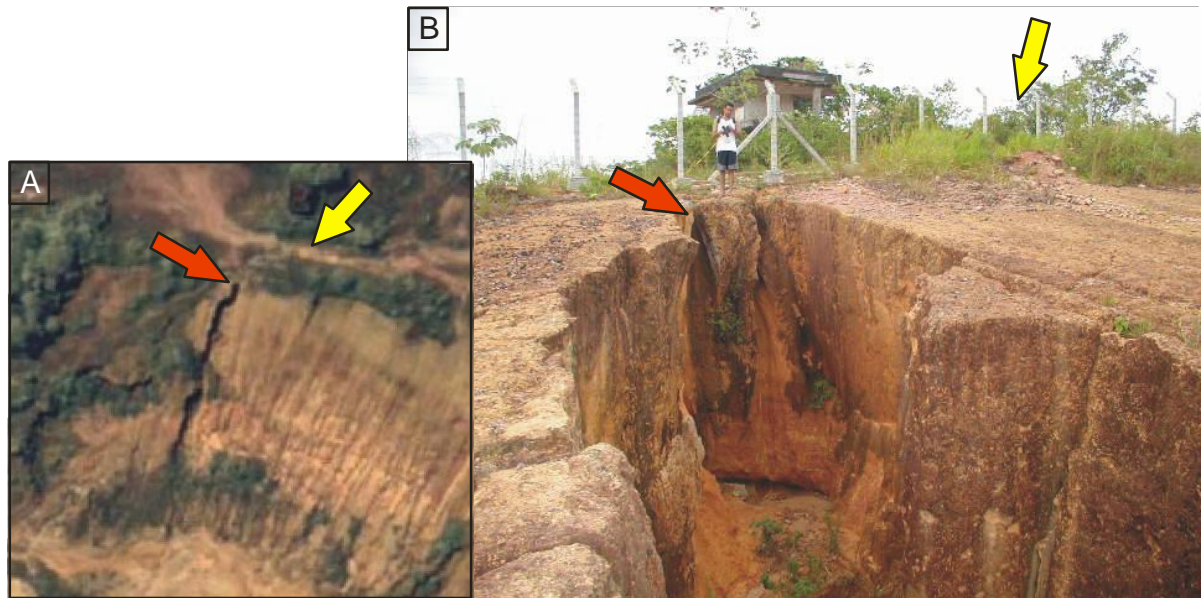


FIGURA 15 – Voçoroca linear (seta vermelha – A e B). Originária de um fluxo superficial principal proveniente de pista de acesso não pavimentada (seta amarela – A e B). Voçoroca n° 64. Tarumã. Zona Oeste. Manaus. (2005)
 Fonte: (A) recorte da figura do satélite *Quickbird*, 2004. SIGLAB-INPA (MANAUS-AM)

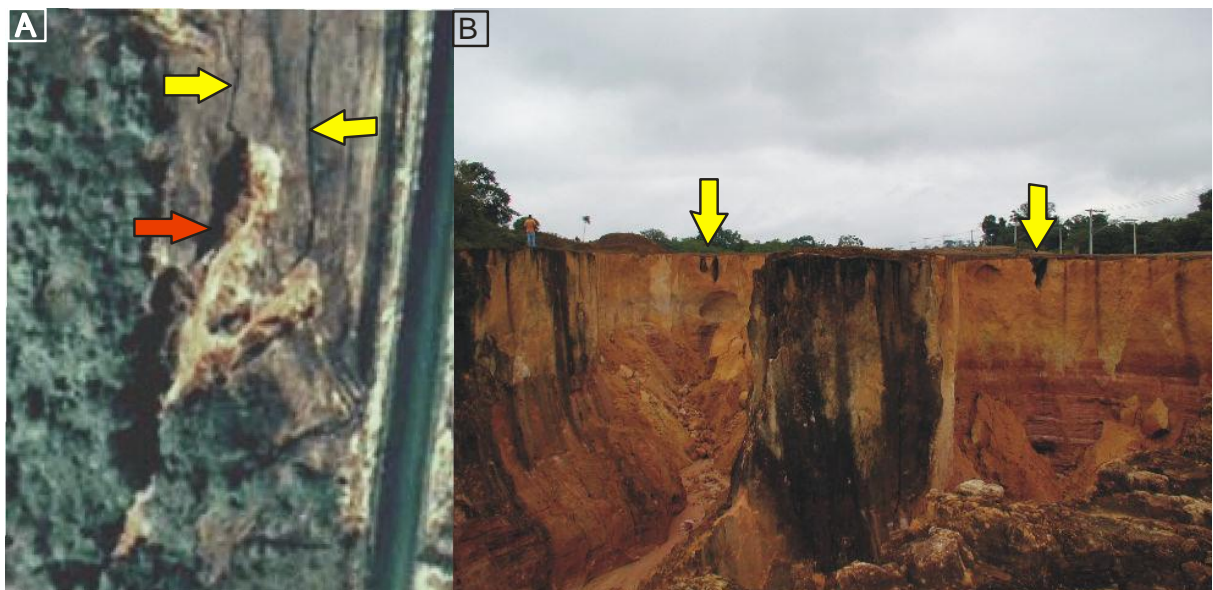


FIGURA 16 – Voçoroca bifurcada (seta vermelha - A). Originária de dois fluxos superficiais principais provenientes de área terraplanada a montante (setas amarelas – A e B). Voçoroca n° 11. Distrito Industrial. Zona Leste. Manaus. (2003)
 Fonte: (A) recorte da figura do satélite *Quickbird*, 2004. SIGLAB-INPA (MANAUS-AM)

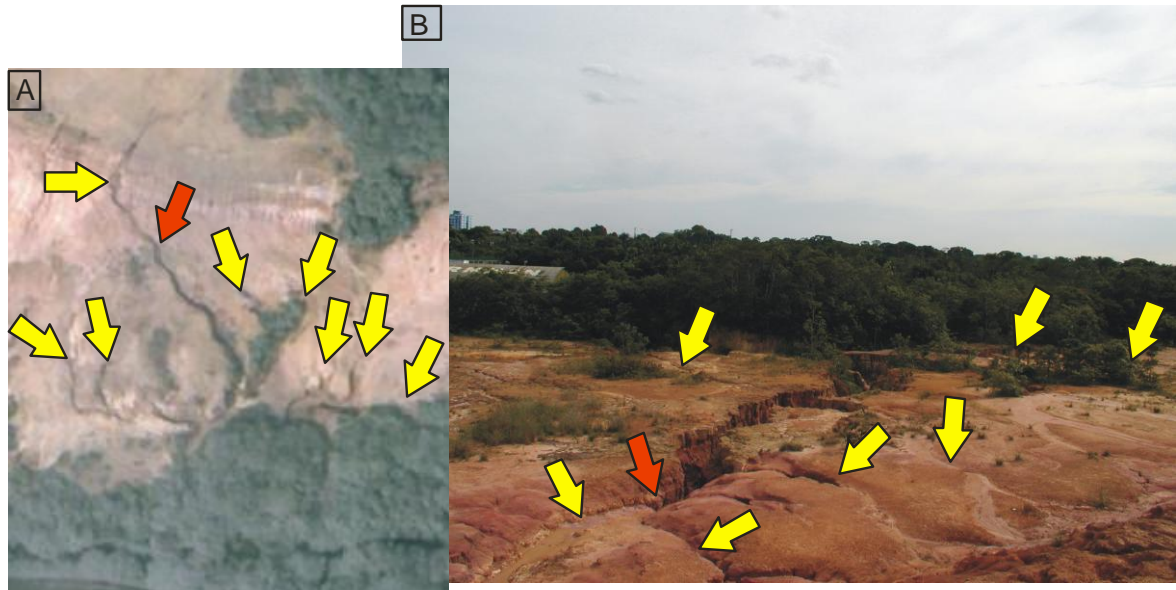


FIGURA 17 – Voçoroca ramificada (cabeceira indicada pela seta vermelha – A e B). Originária de vários fluxos superficiais (setas amarelas – A e B). Voçoroca nº 6. São Jorge. Zona Oeste. Manaus. (2004)

Fonte: (A) recorte da figura do satélite *Quickbird*, 2004. SIGLAB-INPA (MANAUS-AM)

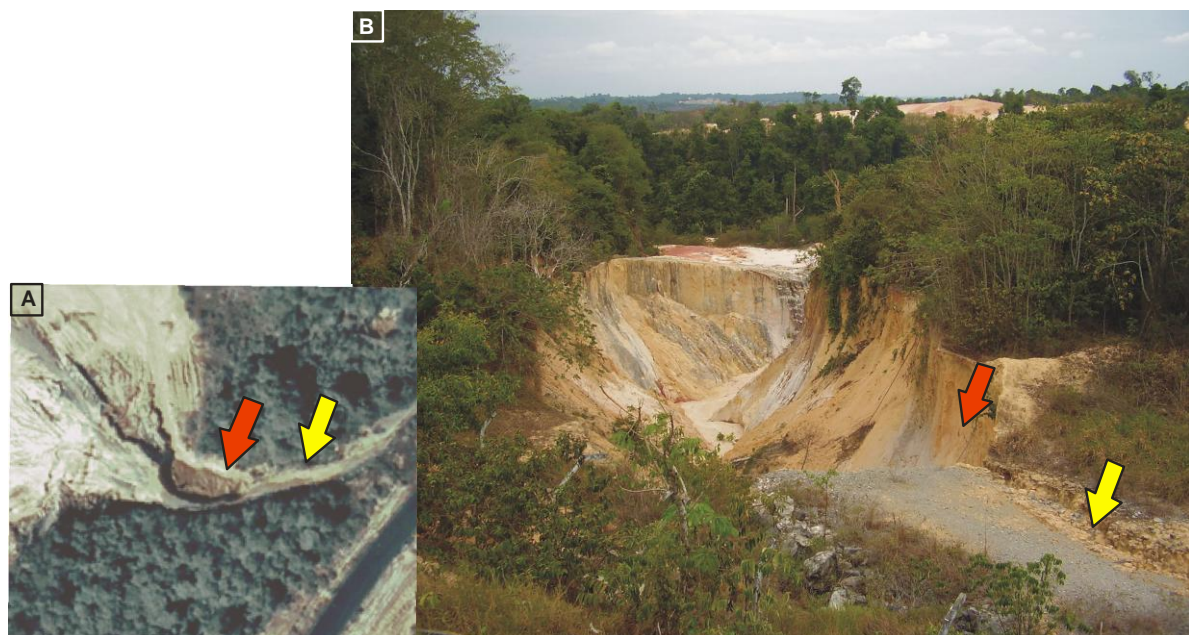


FIGURA 18 – Voçoroca retangular (cabeceira indicada pela seta vermelha – A e B). Originária de fluxos oriundos da antiga pista de acesso (seta amarela – A e B). Voçoroca nº 77. Distrito Industrial. Zona Leste. Manaus. (2006)

Fonte: (A) recorte da figura do satélite *Quickbird*, 2004. SIGLAB-INPA (MANAUS-AM)

As voçorocas podem ser classificadas também quanto ao tamanho, pelo volume erodido em m³, conforme se verifica no **QUADRO 7**. Vale destacar, que tal classificação ajuda a visualizar a magnitude da feição e o volume erodido (geralmente provocando assoreamento de canais próximos), servindo também como subsídio para projetos futuros de contenção, uma vez que sabendo quanto material foi perdido é possível calcular possíveis reposições, por exemplo.

QUADRO 7 – Classificação das voçorocas por tamanho (m³).

Ord.	Volume erodido	Tamanho
01	até 999 m ³	muito pequena
02	de 1.000 m ³ até 9.999 m ³	Pequena
03	entre 10.000 e 19.999 m ³	Média
04	entre 20.000 e 40.000 m ³	Grande
05	mais de 40.000 m ³	muito grande

Fonte: Vieira e Albuquerque (2004)

2.2.4. Feições erosivas encontradas em Manaus

Outras feições podem ser observadas nas áreas com voçorocamento, não apenas no seu interior, mas também no terreno circundante, em tamanhos que vão de pequenas a grandes, podendo participar diretamente na evolução das voçorocas. Entre essas feições destacam-se: alcovas de regressão, pedestais, escamamentos, marmitas, costelas e dutos.

2.2.4.1. Alcovas de regressão

Segundo Oliveira (1999), as alcovas são feições erosivas que podem ocorrer em diferentes condições climáticas e litológicas, tanto por escoamento superficial (filetes subverticais) ou por exfiltração do lençol freático ou também pela combinação de ambos (**FIGURA 19**). A expansão dessas feições resulta em desmoronamento das camadas superiores por perda de sustentação, sendo importantes na identificação dos materiais e mecanismos envolvidos na expansão das voçorocas (OLIVEIRA, 1995; OLIVEIRA *et al.*, 1996).

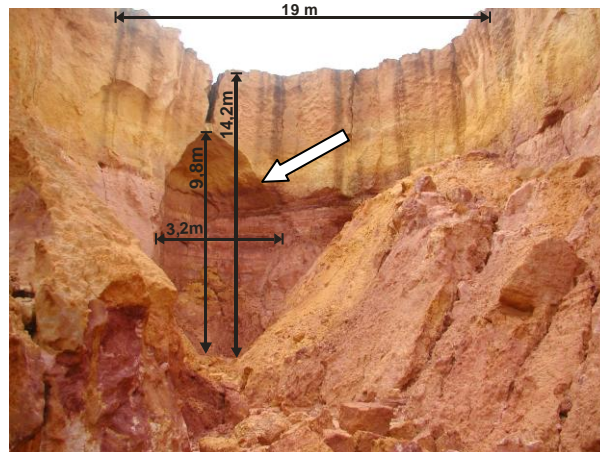


FIGURA 19 – Alcova de regressão. Cabeceira da Voçoroca nº 11. Distrito Industrial. Zona Leste. Manaus-AM. (2004)

2.2.4.2. Pedestais (*demoiselles*)

Feições comuns nas superfícies erodidas e relacionados à erosão por salpicamento e ao escoamento superficial difuso (**FIGURA 20**); os pedestais se formam geralmente quando um material mais resistente (grânulos, seixos, folhas etc.) dificulta a ação da erosão por salpicamento, esculpindo formas residuais. Podem ocorrer tanto no interior das incisões como sobre o terreno desprotegido (sem cobertura vegetal) e permitem estimar as taxas de ablação pluvial na superfície em que se formam (OLIVEIRA, 1999). Em alguns casos é possível verificar a grande perda de solo pela ação do escoamento superficial difuso, bastando tirar a média de altura dessas superfícies residuais e estimar a perda em m^3 de todo material retirado da área monitorada (área x média de altura dos pedestais).



FIGURA 20 – Pedestais (*demoiselles*). Voçoroca nº 7. Área do 1º BIS (Amv). Bairro São Jorge. Zona Oeste. Manaus-AM. (2006)

2.2.4.3. Escamamentos

São feições formadas pelo acúmulo de material fino (areia fina ou muito fina) sobre superfície mais resistente. O transporte dessas partículas ocorre em forma de pequenos fluxos laminares verticais a subverticais (OLIVEIRA, 1999) (**FIGURA 21**).



FIGURA 21 – Escamamentos. Parede da Voçoroca nº 9. Área do 1º BIS (Amv). Bairro São Jorge. Zona Oeste. Manaus-AM. (2006)

2.2.4.4. Marmitas

Indicam a ocorrência de erosão por quedas d'água (*plunging pool*) (OLIVEIRA, 1999) ou por fluxo turbilhonar. Podem ocorrer em vários pontos das voçorocas: fundo (superfície plana) e nos degraus existentes no interior da incisão. Quando se formam pela ação turbilhonar da água de escoamento superficial concentrado, podem ser referidas como *marmitas torrenciais* (GUERRA e GUERRA, 1997) e ocorrem geralmente na superfície plana da incisão, em formas cilíndricas a semi-esféricas.

Algumas voçorocas em Manaus que atingiram o substrato rochoso (Arenito Manaus) apresentaram esse tipo de feição (**FIGURA 22**), indicando a existência de fluxos concentrados (marmitas torrenciais) ou de diferenças de resistência de material (marmita propriamente dita). Foi possível verificar em Manaus a ocorrência de marmitas nas paredes de várias incisões. Isso nos levou a perceber que, em alguns casos, essas voçorocas se originaram de sulcos, os quais foram

aprofundados com fluxo turbulento das águas da chuva. Com o passar do tempo ocorria o entalhamento do sulco, enquanto as marmitas anteriores tornavam-se marcas na parede da incisão, evoluindo continuamente até atingir a configuração de voçoroca. Na cabeceira de algumas voçorocas ainda persistem essas marcas, às quais atribuímos o nome de *marmitas residuais* (**FIGURA 23**).

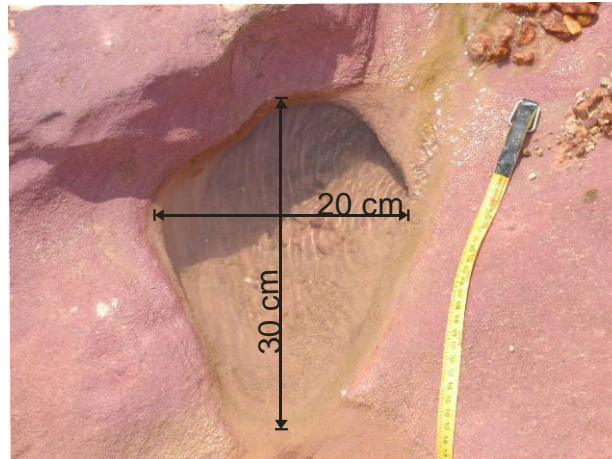


FIGURA 22 – Marmita torrencial. Formada no interior da Voçoroca n° 6, onde é visível o Arenito Manaus. Área do 1° BIS (Amv). Bairro São Jorge. Zona Oeste. Manaus-AM. (2006)

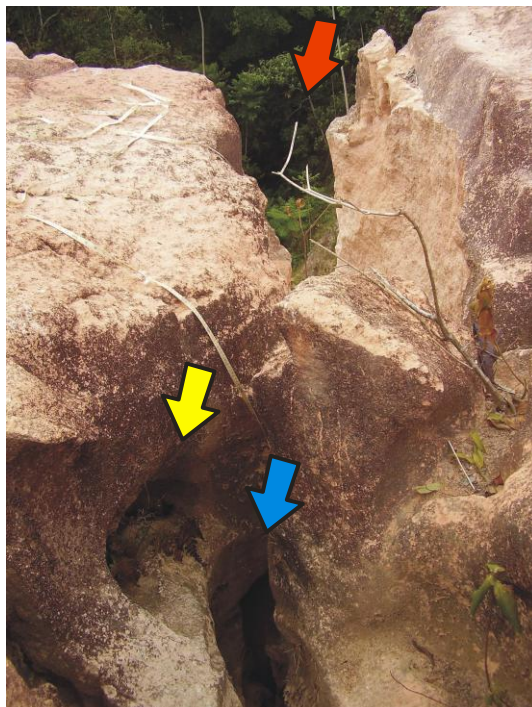


FIGURA 23 – Marmita Residual (seta amarela) na parede acima do sulco (seta azul) a montante da cabeceira da voçoroca n° 75 (seta vermelha). Distrito Industrial. Zona Leste. Manaus-AM. (2006)

2.2.4.5. Costelas

São consideradas feições de detalhes que demonstram algum tipo de resistência ao cisalhamento (NASCIMENTO, 1998) e segundo Oliveira (1999), são produzidas pela ação de filetes subverticais ou pela ação de exfiltração do lençol freático. Sobre essas feições pode ocorrer a formação de marmitas e alcovas de regressão (**FIGURA 24**).



FIGURA 24 – Costelas separadas por depressões. A presença dessas duas feições confirma as diferenças entre o material mais resistente (costelas = C) e o menos resistente (depressões = D). A depressão **D1** configura-se como uma pequena alcova. Voçoroca Petrobrás. Distrito Industrial. Zona Sul. Manaus-AM. (1997)

2.2.4.6. Dutos

Os dutos podem ocorrer nas paredes das voçorocas e estão relacionados à existência de macroporos, e esses podem originar-se de fraturas de tração, de raízes de plantas e de atividade biótica (DIETRICH e DUNNE, 1993). A expansão de dutos está relacionada à capacidade de transportar grande quantidade de material, o que pode causar colapso do terreno acima, possibilitando o surgimento de voçorocas. Os dutos também podem ser vistos freqüentemente nas paredes laterais e nas cabeceiras de voçorocas, ampliando-as (GUERRA, 1994; THOMAS, 1994; OLIVEIRA e CAMARGO, 1996) (**FIGURA 25**).



FIGURA 25 – Duto na cabeceira da voçoroca nº 5. Formado sob força da ação mecânica da água em cascata (*plunging pool*). Área do 1º BIS (Amv). Bairro São Jorge. Zona Oeste. Manaus-AM. (2004)

2.2.5. Abordagens sobre erosão urbana no Brasil

Estudos sobre voçorocas urbanas se intensificam a partir da metade do século passado, com destaque para o realizado por AB'Saber (1968), voltado para as cidades paulistas de Franca e Casa Branca, onde as voçorocas provocaram grandes danos urbanos e ambientais. O autor enfatiza que nesses ambientes as voçorocas crescem continuamente (devido à existência de condições urbanas que favorecem a concentração de água da chuva ou servida, por exemplo), enquanto em ambientes rurais tendem a estabilizar-se naturalmente. Em Franca o material retirado das encostas pela ação dos escoamentos superficiais do interior das voçorocas foi transportado para pontos distantes do local de origem, não formando, por exemplo, leques aluviais, nem assoreando canais ou tornando-os anastomosados. Tal fato não é comum em Manaus, onde várias voçorocas assoreiam canais a jusante (**FIGURA 26**), anastomosando-os.

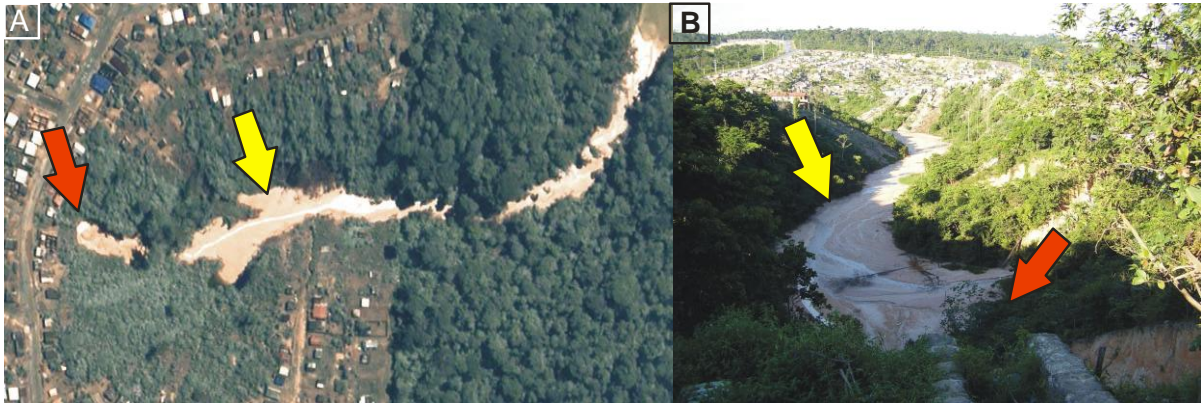


FIGURA 26 – Cabeceira da voçoroca n° 38 (seta vermelha – A e B) e canal assoreado (seta amarela – A e B) pelo material oriundo da incisão. Grande Vitória / Bairro São José. Zona Leste. Manaus. (2006)

Fonte: (A) recorte da figura do satélite *Quickbird*, 2004. SIGLAB-INPA (MANAUS-AM)

Vieira (1978) também fez importante trabalho de caracterização geral da ocorrência das voçorocas no Brasil, destacando municípios do triângulo mineiro, zona da mata mineira, sul de Goiás, Mato Grosso, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul como as regiões mais afetadas pelo problema. A referida autora cita as cidades de Franca, Casa Branca, Assis, Tatuí e Garça, em São Paulo e Voçoroca e Cruz Alta no Rio Grande do Sul como cidades onde o problema de voçorocamento é marcante. Seu trabalho refere-se mais especificamente às voçorocas de Franca onde destaca alguns fatores que as desencadeiam: o clima, com duas estações bem diferenciadas, uma seca prolongada e outra com chuvas intensas; a litologia, com terrenos arenosos, de fraca coesão, moderadamente selecionados, profundos, bastante permeáveis e porosos, que recobrem camadas argilosas ou impermeáveis; topografia, com encostas convexas, as mais susceptíveis à ocorrência de incisões erosivas; cobertura vegetal.

Com o 1º SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, realizado em Curitiba – PR em 1980, os estudos a esse respeito foram impulsionados: cinco eixos temáticos foram organizados, dentre os quais o Controle da Erosão em áreas Urbanas, trazendo à tona a preocupação com o problema da erosão no Brasil. Mas, o 3º SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, ocorrido em Maringá – PR em 1985, é que se tornaria importante marco em estudos a respeito de voçorocas urbanas, principalmente no que se refere ao controle de erosão, por

causa do lançamento do Livro Guia, elaborado por Bigarella e Mazuchowski (1985), hoje um clássico nesse tema. Os autores destacaram que as cidades do noroeste do Paraná se estabeleceram em lugares impróprios e cresceram sem planos diretores ajustados à realidade local.

A década de 80 do século XX marca, portanto, com grande força, o aumento das pesquisas a respeito de voçorocas, destacando outros trabalhos, como Fendrich, 1984; Oliveira e Meis, 1985; Iwasa *et al*, 1987; Coelho Netto *et al*, 1988; Oliveira, 1989; Amaral, 1989, entre outros. No seu trabalho, Nascimento (1994) descreve que a causa da erosão urbana em Goiânia estaria ligada principalmente à impermeabilização do solo (ocasionando o aumento das enxurradas) e o direcionamento dado aos fluxos superficiais através dos sistemas de drenagem (lançados a meia-encosta). A autora atribui também um peso ao crescimento desorganizado da cidade de Goiânia em meados da década de 80 (século XX) para o aparecimento das voçorocas, identificando como sua principal causa a deficiência na drenagem.

Também em 1994, das 12 voçorocas localizadas em Açailândia-MA, três foram escolhidas para monitoramento, constatando-se que as características texturais do solo onde se desenvolviam era bastante arenoso (MARÇAL e GUERRA, 2001). Embora essa característica de solo favoreça os processos erosivos, não basta para justificar a existências dessas incisões. O fato se prendia também ao crescimento desordenado e acelerado da cidade, à ocupação de áreas não adequadas para construção de habitações, ao desconhecimento das características naturais locais, à falta de infra-estrutura básica como a canalização da água da chuva com dissipadores de energia e a outros aspectos singulares.

Oliveira e Herrmann (2001) destacam, por exemplo, que os principais responsáveis pelos problemas relacionados à erosão urbana na cidade de Florianópolis e em sua área conurbada estão ligados à falta de conhecimento dos processos básicos de erosão, à falta de cuidado em relação aos riscos incididos e à visão de que processos desse tipo podem ser corrigidos depois de terminadas as obras.

Em síntese, essas pesquisas apontam as voçorocas urbanas como sendo causadas por fator antrópico sob determinadas condições naturais, dentre as quais destacam: a deficiência na drenagem urbana, o crescimento acelerado e desordenado das cidades, a falta de planejamento e de critérios geotécnicos na preparação de lotes para expansão urbana, e o desconhecimento prévio dos agentes produtores do espaço urbano acerca dos processos elementares de erosão. Do ponto de vista físico, os principais fatores estão ligados a solos arenosos, chuvas fortes em solos arenosos e à relação de solo friável com encostas íngremes e desprovidas de cobertura vegetal.

A presente pesquisa se vincula ao exposto acima, compreendendo o grau de influência dos principais fatores controladores das voçorocas existentes, tanto naturais como antrópicos, e embora apresentando alguma similaridade entre si do ponto de vista natural ou de ocupação, determinadas áreas de Manaus concentram maior número de voçorocas. Outro aspecto se deve a trabalhos anteriores que privilegiaram aspectos como o solo e a geologia estrutural, principalmente, deixando de lado, ou tratando de forma superficial os aspectos ligados ao grau de intervenção humana ao meio.

2.2.6. A erosão na área urbana de Manaus

Até meados da década de 80 do século XX, pouca ou nenhuma pesquisa investigara processos de voçorocamento em Manaus. Vertamatti e Barancoski (1987) foram os pioneiros descrevendo os problemas relacionados às voçorocas nos aeroportos de Santarém e Manaus. Em Manaus, os autores destacam que nas obras do Aeroporto Internacional Eduardo Gomes vários pontos de lançamento da rede superficial de drenagem não foram levados até os igarapés (drenagem à meia-encosta). Num deles, a cerca de 50 m de uma das cabeceiras da pista, formou-se uma voçoroca de 30 m de profundidade e 60 m de comprimento devido ao lançamento de um grande volume de água da pista de pouso e adjacências sobre um talude quase vertical.

Desde então vêm surgindo outros trabalhos, como Vieira e Lima, 1995; Vieira, 1996; 1998; 1999; Nava, 1999; Lima, 1999; Vieira, 2002; Santos Junior, 2002; Vieira *et al.*, 2004, Vieira e Albuquerque, 2004, Molinari e Vieira, 2004; Muniz *et al.*, 2004; Vieira e Molinari, 2005; entre outros, que contribuem para a melhor compreensão do problema. No entanto, todos esses trabalhos, apesar de acrescentarem sempre algum dado novo ao estudo das voçorocas de Manaus, não conseguiram responder por que alguns setores da cidade concentram mais incisões erosivas do que outros (a maioria delas se localiza em 9 dos 56 bairros, configurando ainda maior concentração na Zona Leste e menor nas Zonas Oeste, Norte e Sul).

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

A metodologia empregada neste trabalho seguiu uma abordagem sistêmica: os dados coletados foram analisados isoladamente e em conjunto, tanto no que se refere às interações entre os vários componentes do quadro natural quanto em relação aos aspectos antrópicos. Procurou-se entender como cada um dos elementos físicos (geologia, geomorfologia, clima, solo, hidrografia e cobertura vegetal) e humanos (urbanização) contribui no processo de surgimento e expansão das voçorocas em Manaus.

Num primeiro momento foi realizado o levantamento detalhado da área, através de consulta a trabalhos (dados secundários) que tratam de aspectos físicos naturais como os de Igreja (2000), Aguiar (1995) e Leal (1996), além de trabalhos que tratam especificamente da erosão urbana de Manaus, como os trabalhos de Vieira (1998), Lima (1999), Nava (1999), Santos Junior (2002) e Takaki (2002) e dos que tratam de fatores antrópicos (aspectos urbanos) de Manaus. Num segundo momento foram ordenados os dados coletados em campo (dados primários) do período de 1995 a 2006.

O presente trabalho utiliza a análise estatística de aspectos relativos às voçorocas e de aspectos do quadro natural. A análise qualitativa também foi empregada em alguns aspectos ambientais das áreas com ocorrência de voçorocas, assim como a análise das influências antrópicas (uso e ocupação do espaço urbano) no desenvolvimento do problema em questão.

O fluxograma seguinte (**FIGURA 27**) resume como cada objetivo foi obtido através de procedimentos metodológicos específicos e os resultados alcançados.

3.1. CADASTRAMENTO E RECADASTRAMENTO DAS VOÇOROCAS

O levantamento das voçorocas existentes em Manaus foi realizado por meio de ficha cadastral (**ANEXO 1**) para obter dados a respeito de cada incisão e do ambiente em que estava inserida. Essa etapa foi de suma importância, permitindo analisar os dados coletados e responder às questões iniciais e confirmar ou refutar a hipótese proposta.

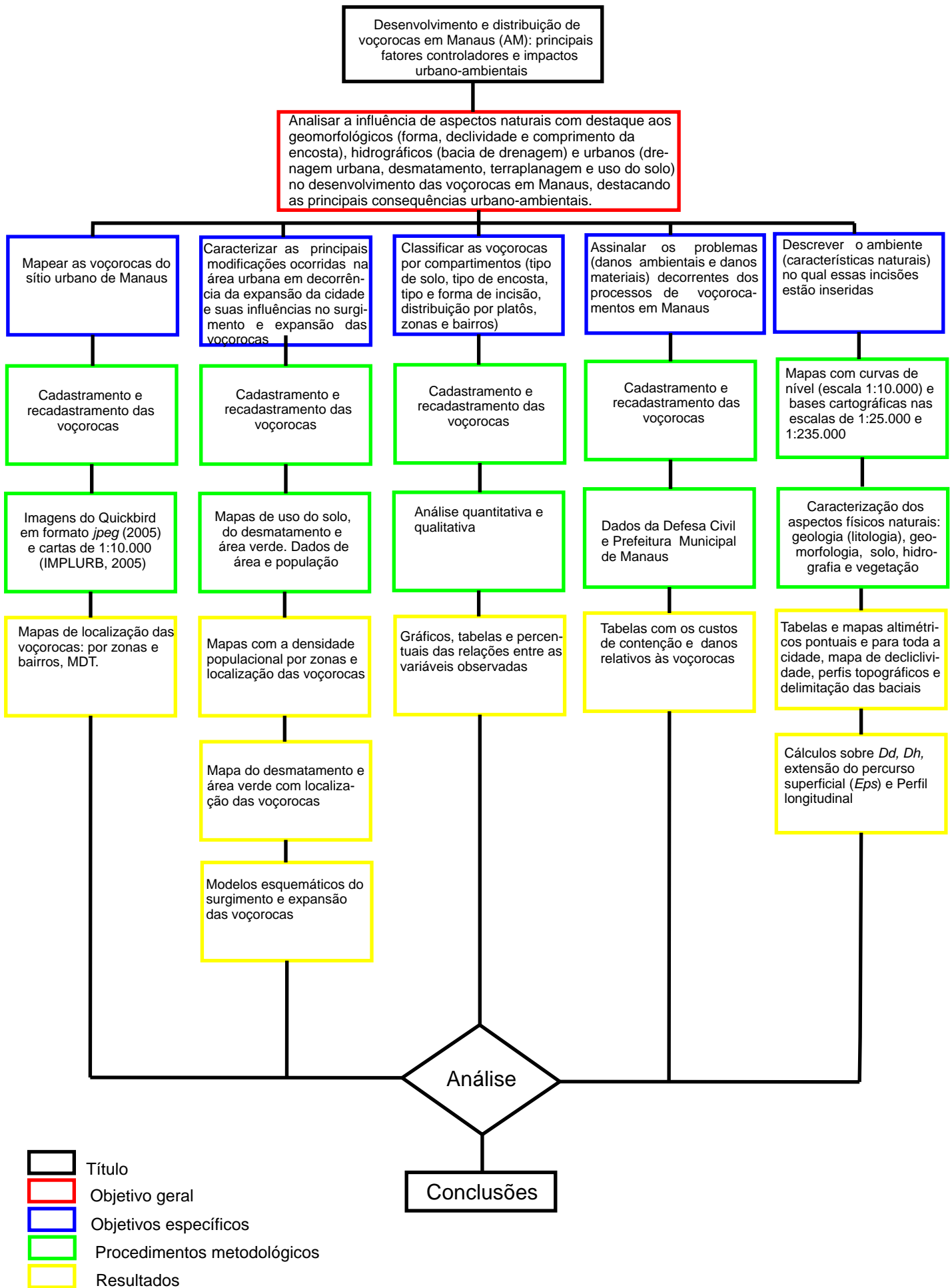


FIGURA 27 - Fluxograma dos objetivos, procedimentos metodológicos e resultados alcançados

3.1.1. Localização de cada voçoroca (bairro e zona):

A primeira etapa do trabalho consistiu em localizar as voçorocas partindo do cadastramento realizado em 1997 (VIEIRA, 1998). Às 17 voçorocas ativas já registradas foram incluídas mais 23 no segundo cadastramento realizado em 2004, totalizando um universo de 40 voçorocas antes da última atualização em 2006. As voçorocas do último cadastramento foram localizadas através da interpretação direta das figuras em formato *jpeg* das imagens do Satélite *Quickbird*⁴ (2004), utilizando-se o software *Adobe ImageReady 7.0*. Essas figuras, num total de 65, recobrem toda a área urbana da cidade de Manaus, exceto a porção extremo nordeste, que compreende a comunidade do Puraquequara. Convém esclarecer que em visitas diretas a essa área não se constatou a presença de voçorocas.

Uma vez reconhecida a voçoroca na imagem, obtinha-se a localização exata (rua e acesso) e partia-se para a verificação em campo. Usando esse procedimento 40 voçorocas foram incluídas ao total existente, somando 80 incisões. Outras 11 voçorocas foram localizadas ocasionalmente em função das atividades de campo relativas ao procedimento anterior, ou seja, não apareciam nas imagens de 2004, de onde se infere que se formaram após a produção desse material. Localizadas as 91 voçorocas, foi produzido um mapa base para demonstrar como se distribuem no espaço urbano de Manaus.

Vários pequenos mapas foram produzidos para demonstrar a localização das voçorocas, utilizando a base digital da área urbana de Manaus (escala aproximada de 1:237.500) de autoria do Instituto Municipal de Planejamento Urbano de Manaus – IMPLAN (atualmente IMPLURB) e da Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais – CPRM; os pontos de localização foram inseridos por meio do software *Corel Draw 12*, permitindo visualizar a distribuição das voçorocas por bairros e zonas.

⁴ As figuras em formato *jpeg* do Satélite *Quickbird* (2004) foram obtidas através do GISLAB/INPA.

3.1.2. Dados métricos das voçorocas (comprimento, largura, profundidade, área, volume e tamanho)

As dimensões de cada incisão (comprimento, largura e profundidade) foram obtidas diretamente em campo através do uso de uma trena. Com os dados de comprimento e largura foi calculada a área aproximada de cada voçoroca (comprimento x largura = área m²). A partir dos dados de área multiplicada pelos valores de profundidade média se estabeleceu o volume médio erodido (área x profundidade = m³). Com os dados relativos à área de cada voçoroca foi possível quantificar os danos em valores monetários (R\$) a partir do valor do m² estipulado pela PMM (**ANEXO 2**) para o ano de 2006 (área x valor do m² = danos monetários por área). Os dados de volume erodido serviram para a base de análises qualitativas a respeito de assoreamento e modificações das características ambientais próximas da área afetada. O tamanho de cada voçoroca foi determinado pelo volume médio erodido de cada incisão, seguindo a referência de padrões de tamanho apresentado no **QUADRO 7**, capítulo 2, página 59.

3.1.3. Classificação das voçorocas por tipo e forma

Os tipos de voçorocas (conectada, desconectada e integrada) foram verificados diretamente em campo pelo modelo de evolução de voçorocas de Oliveira (1992) (**FIGURA 13**, p. 55). A forma (retangular, bifurcada, ramificada, linear e irregular – **FIGURA 14**, p. 56) também foi observada diretamente *in situ* e ajudou a entender a origem e até mesmo o estágio de evolução de cada incisão. A adoção de uma classificação por tipo e forma ajuda a estabelecer o estágio de evolução das voçorocas.

3.2. VARIÁVEIS AMBIENTAIS E DISTRIBUIÇÃO DAS VOÇOROCAS

3.2.1. Geologia

A influência de aspectos geológicos na espacialização das voçorocas em Manaus foi constatada através de trabalhos já existentes sobre a caracterização litológica, assim como a verificação direta em campo no que concerne a afloramentos rochosos no interior das incisões erosivas. O sentido

de evolução das voçorocas foi verificado por meio de bússola de *Bruton*. Essa orientação compôs o **QUADRO 8**, importante para construir do gráfico de roseta, apontando as direções de evolução das voçorocas. Nesse quadro, comparamos a orientação das incisões com os sentidos dos lineamentos estruturais em Manaus e com a drenagem.

QUADRO 8 – Direção de expansão das voçorocas em Manaus (AM)

Voc.	Orientação	Juntas e Falhas locais ^{1 e 2}	Drenagem	Orientação/Drenagem
01	NE-SO	Sim	Não	-
02	N-S	Não	Sim	N-S
Total de voçorocas que coincidem com direcionamento das falhas locais			Total de voçorocas que coincidem com direcionamento do sistema de drenagem	
23 (...%)			65 (...%)	

¹ O direcionamento das falhas locais corresponde às direções NE-SO, NO-SE e E-O (IGREJA, 2000).

² O direcionamento das juntas locais corresponde às direções OSO-ENE, ONO-ESE, NO-SE, NE-SO e S-N (IGREJA, 2000).

3.2.2. Geomorfologia

Com a utilização de 18 cartas em escala de 1:10.000 (IMPLURB, 2006) com curvas de nível com equidistância de 5 metros entre as linhas, foi possível traçar um panorama do relevo de Manaus em mapas altimétricos e neles localizar as voçorocas. Foi utilizado o Software *Corel Draw 12* para a produção dos referidos mapas, abrangendo somente as áreas afetadas. A caracterização do tipo de encosta (forma, declividade e comprimento) também foi feita por meio dessas cartas e em conjunto com as atividades de campo. Utilizando essas cartas foi produzido também, um Modelo Digital do Terreno – MDT com os pontos de localização das voçorocas em Manaus e modificado para este trabalho com o uso do *Corel Draw 12*.

3.2.3. Clima

3.2.3.1. Características gerais das chuvas em Manaus

Os dados pluviométricos do período de 1917 a 2006 (INMET – Manaus, 2007) permitiram uma descrição geral das chuvas em Manaus, destacando os

períodos mais chuvosos e os menos chuvosos, assim como as variações nos totais anuais durante os três períodos climáticos observados (1917 a 1946, 1947 a 1976 e 1977 a 2006). Os resultados foram montados em quadros e gráficos que elucidaram a questão, caracterizando os períodos de maior evolução das voçorocas em Manaus.

Com esses dados pluviométricos (totais diários, mensais e anuais) foi possível obter as médias mensais e a média anual, e com isso calcular a erosividade da chuva em Manaus (mês a mês, entre os três períodos climáticos e em relação ao período de 1995 a 2006). Para isso, foi aplicada a equação de Fournier (1960) *apud* por Nascimento (1998) que é a seguinte:

$$Elm = p^2 / P,$$

onde *Elm* é o índice de erosividade média mensal (mm); *p* é a precipitação média mensal (mm) e *P* é a precipitação média anual (mm).

3.2.4. Hidrografia

Levando em consideração que o mapeamento realizado para este trabalho apontou 63 voçorocas conectadas (ligadas a um sistema de drenagem fluvial), foi necessária uma análise da hidrografia local no que concerne às variações fluviométricas de 1917 a 2006 (CPRM, 2007) e sua influência no surgimento dessas voçorocas. Tais observações foram confrontadas com os dados climatológicos do mesmo período (dados médios e anuais). O objetivo dessas análises foi comparar entre os períodos de maiores vazantes e maiores enchentes com os dados pluviométricos, verificando as relações entre cotas fluviométricas, dados pluviométricos e processos erosivos (evolução rápida, moderada e estagnação das incisões).

Outro aspecto ligado à hidrografia local refere-se à descrição dos grupos de bacias existentes (localização e área) e à distribuição das incisões erosivas, o que significa apontar que foi verificada a susceptibilidade das bacias ao desenvolvimento de processos erosivos. Foram realizados cálculos relativos à densidade hidrográfica, à densidade da drenagem e à extensão do percurso

superficial, a representação do perfil longitudinal dos canais que apresentam alguma relação com as voçorocas.

A densidade hidrográfica é a relação entre o número de cursos d'água e a área da bacia hidrográfica (CHRISTOFOLETTI, 1974), obtido pela seguinte fórmula:

$$Dh = \frac{N}{A} ,$$

onde Dh é a densidade hidrográfica; N é o número total de cursos d'água e A é a área da bacia.

A densidade da drenagem correlaciona o comprimento total dos canais com a área da bacia (CHRISTOFOLETTI, 1974), sendo calculada pela equação:

$$Dd = \frac{L_t}{A} ,$$

onde Dd é a densidade da drenagem; L_t é comprimento total dos canais e A é a área da bacia.

A extensão do percurso superficial é a “distância média percorrida pelas enxurradas entre o interflúvio e o canal permanente” (CHRISTOFOLETTI, 1974: 89), sendo calculado da seguinte maneira:

$$Eps = \frac{1}{2Dd} ,$$

onde Eps é a extensão do percurso superficial e Dd é o valor da densidade de drenagem.

Perfil longitudinal é a representação visual da relação entre a altimetria e o comprimento de determinado curso de água (CHRISTOFOLETTI, 1974).

3.2.5. Solo

Quanto ao solo, os dados são primários e secundários e descrevem basicamente a textura das principais classes de solo observadas em Manaus.

As fontes secundárias estão ligadas aos trabalhos de Leal (1996), Vieira (1998) e Lima (1999). As amostras coletadas para este trabalho constituem-se em amostras das três classes de solo predominantes em Manaus (Latosolos, Espodosolos e Argissolos). Essas amostras foram tratadas no laboratório de Geografia Física da UFAM, seguindo o procedimento padrão da EMBRAPA para classificação da textura.

3.2.6. Vegetação

Em relação à cobertura vegetal, a descrição geral foi realizada com base no trabalho de Boher e Gonçalves (1991) e do SIPAM (2005). A utilização deste último trabalho serviu para ilustrar a relação das voçorocas com o desmatamento em Manaus de 1986 a 2004. Com o mapa base sobre a evolução do desmatamento desse período foi possível mostrar a diminuição das áreas verdes coincidindo com o surgimento das voçorocas em um mapa na escala aproximada de 1:160.000. Observações em campo também foram realizadas e incluídas nas fichas cadastrais das voçorocas.

3.3. CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS MÉTRICAS DAS VOÇOROCAS, COMPRIMENTO E DECLIVIDADE DAS ENCOSTAS

Foi aplicado o método da **Correlação Linear Simples** para os dados métricos das voçorocas (comprimento, largura e profundidade) e o comprimento da encosta onde essas incisões estavam inseridas. Tal método “tem por objetivo avaliar o grau de relação existente entre duas variáveis aleatórias [...] procura medir a relação entre variáveis X e Y através da disposição dos pontos (X, Y) em torno de uma reta” (TOLEDO e OVALLE, 1991: 412). Nesse trabalho, optou-se pela utilização de linha de tendência do tipo *potência*, que se constitui em uma linha curva onde os valores dos dados aumentam em uma taxa específica.

As variáveis utilizadas foram combinadas de modo a verificar se guardavam um padrão de correlação entre si. Neste trabalho as variáveis citadas foram diretamente lançadas em uma planilha do *software Excel*, e os

gráficos gerados automaticamente a partir da função *fx* (MICROSOFT EXCEL, 2003).

3.4. CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS URBANOS DAS ÁREAS AFETADAS POR VOÇOROCAMENTOS

3.4.1. Uso e ocupação da área a montante e a jusante das voçorocas

Verificado diretamente em campo com objetivo de confirmar a frequência de algumas formas de utilização da área a montante das incisões a partir de processo de urbanização (presença de moradias, arruamentos e canalização de águas pluviais e servidas, principalmente) ou ainda a presença de área desmatada e terraplanada e que poderiam contribuir para o surgimento e expansão de voçorocas. No caso da área a jusante, a caracterização também realizada diretamente na área afetada teve como função principal demonstrar as conseqüências decorrentes do processo de voçorocamento. Esses dados em conjunto com as bases digitais, serviram para construir os mapas de uso e ocupação das áreas afetadas pelas incisões erosivas.

3.5. EXPOSIÇÃO DAS MODIFICAÇÕES AMBIENTAIS DECORRENTES DAS FORMAS DE OCUPAÇÃO

As fichas cadastrais forneceram as informações necessárias também no que tange a outros aspectos, como: histórico da ocorrência da incisão, danos materiais e danos ambientais, principalmente desmatamento, assoreamento e uso da incisão como depósito de lixo, medidas de contenção adotadas e previsão de evolução. Conforme o modelo (**QUADRO 9**), essas informações foram organizadas de modo a contribuir para a identificação da existência de aspectos similares em cada voçoroca.

QUADRO 9 – Modificações ambientais e forma de ocupação

V O C	Fatores contribuintes	Uso ocupação montante	Uso ocupação a jusante	Danos materiais	Danos ambientais	Contenção
01	D,T	U	V,I	PA, AP e M	AS,A e L	Não
02	Dr	U	V	PA, AP	AS, L	Não

Voc.: Número da voçoroca; Desmatada=D, Terraplanada=T, Urbanizada=U, Drenagem=Dr, Perda de área e solo=AS, Perda de área=PA, Aparelhos Urbanos=AP, Moradias=M Assoreamento=A, Lixo=L, Vale=V, Igarapé=I, Sim ou Não.

3.6. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA

Nesse item foi verificada a possível causa do surgimento da incisão, através de informação direta dos moradores próximos das áreas afetadas; na ausência destes, pela observação das condições locais, como: existência de tubulações de água (pluvial ou servida), desmatamento com posterior terraplanagem (com superfície encrostada) e terreno com declividade suficiente para formar escoamento superficial.

3.7. DANOS AMBIENTAIS E MATERIAIS**3.7.1. Danos Ambientais**

Também observados diretamente em campo. Mas, diferente dos danos materiais, este item teve um caráter mais qualitativo, enumerando os principais danos decorrentes da existência de cada voçoroca, como a perda da área e o assoreamento de cursos d'água, dos fundos de vale, de área ocupada por moradias ou de áreas com vegetação. Serve assim como os danos materiais, para reforçar as conseqüências decorrentes da presença de voçorocas, além de contribuir também para os mapas de uso de solo das áreas afetadas.

3.7.2. Danos Materiais

Referem-se principalmente à área ocupada pelas voçorocas (*comprimento x largura* da incisão). Multiplicando o total de área pelo valor do m² estipulado pela PMM em 2006 (**ANEXO 2**), foi possível calcular os danos em valores monetários para cada incisão. Com os dados relativos aos danos

de cada voçoroca conseguiu-se determinar os danos por bairros, zonas, platôs e para toda a cidade, reconhecendo assim onde o problema trouxe maiores prejuízos financeiros.

Somados a esses danos estão os custos relativos remoção de famílias das áreas afetadas, destruição de moradias e dos sistemas de drenagem pluvial, gastos com medidas de contenção e a área em torno da incisão (área de abrangência), que também deixa de ser utilizada.

Para o cálculo da área de abrangência atribui-se igual tamanho ao da incisão em todas as direções, exceto a jusante. Assim, uma área de 200 m^2 (20 m de comprimento x 10 m de largura) ocupada pela incisão, passa a ter 800 m^2 (**FIGURA 28**), ou seja, aumenta em 4 vezes o seu tamanho. Essa área pode ser considerada como um limite de segurança mínima que os moradores devem ter em relação à voçoroca. No entanto, essa área poderá ser aumentada se a velocidade de evolução da incisão for considerada rápida.

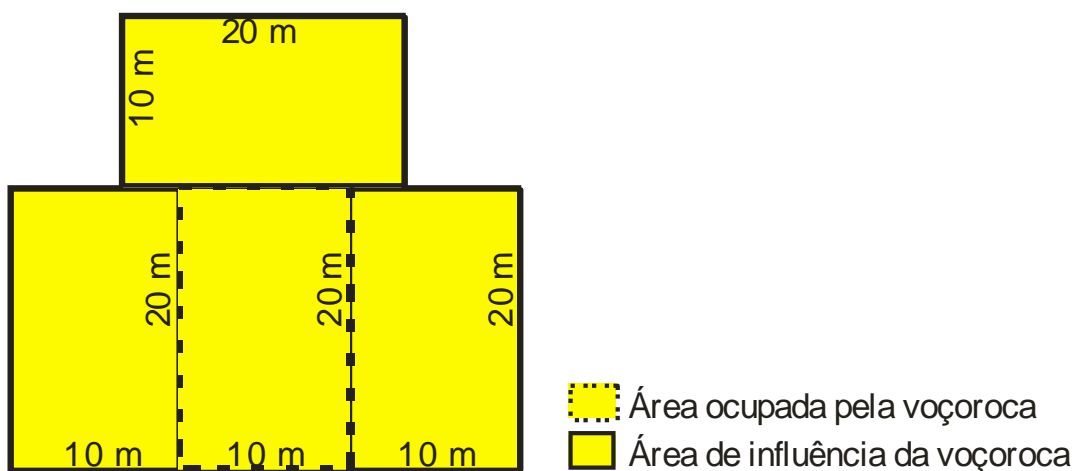


FIGURA 28 – Área de abrangência de uma voçoroca

3.7.2.1. Remoção de famílias

O custo médio da Defesa Civil de Manaus para remover uma família vitimada pelo objeto desta pesquisa fica em torno de R\$ 4.670,00. Custos adicionais, como materiais de construção (madeiras, telhas, pias, canos, etc.), mão-de-obra para a construção da nova casa, aquisição do lote, fornecimento de cesta básica são feitos diretamente pela PMM. Somados todos os custos,

chega-se a um custo médio por família em torno de R\$ 7.500,00 (DEFESA CIVIL DE MANAUS, 2008).

3.7.2.2. Inutilização de moradias

O custo médio por moradia destruída pelo avanço das voçorocas fica em torno de R\$ 15.000,00, conforme informações obtidas diretamente com os moradores das áreas afetadas. Fazem parte do cálculo total relativo a esse tipo de dano, as moradias destruídas e abandonadas de 1995 a 2006 (n = 20), em virtude do avanço das voçorocas.

3.7.2.3. Sistema de drenagem pluvial

O custo médio de um sistema de drenagem pluvial fica em torno de R\$ 438,18 o metro linear, conforme cotação no mercado da construção civil, obtida em conversa informal com engenheiros. O custo médio referido envolve serviços e materiais, conforme descrito na planilha do **ANEXO 3**. Esse custo médio unitário foi multiplicado pela extensão aproximada (580 m) de todo o sistema de drenagem que foi destruído pelas incisões desde os primeiros cadastramentos em Manaus, em 1995.

3.7.2.4. Custos de contenção das voçorocas

O cálculo das estimativas de contenção por voçorocas, levou-se em consideração o custo da obra realizada na voçoroca n° 3 em 1995, ou seja, o valor total da obra de U\$ 180.000,00 (cento e oitenta mil dólares) dividido pela área da incisão de 3000 m² (comprimento de 120 x largura de 25 m) resultou em um custo por m² de U\$ 60,00. Tomando como base esse valor por m² estipulou-se a mesma operação para as outras voçorocas, resultando em valores estimados de contenção por bairros, zonas, platôs e para toda a cidade que depois foi convertido para a moeda nacional (Real) observando a cotação da moeda americana em 31/12/2006 (data limite da coleta de dados da pesquisa) que era de R\$ 2,164 para U\$ 1,00.

3.8. REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA

Os mapas produzidos neste trabalho compreendem a localização das voçorocas, combinadas com o mapa altimétrico, o das bacias hidrográficas urbanas de Manaus, o do desmatamento, o da população absoluta e relativa (por zonas), o da declividade, o altimétrico e o da evolução urbana. Além desses foram produzidos também perfis topográficos norte-sul e leste-oeste localizados em um mapa base, perfis topográficos que caracterizam os principais tipos de encostas e vales em Manaus e um mapa destacando a distribuição dos platôs. As ferramentas utilizadas nesta etapa foram os softwares *Corel Draw 12* (2003) e *Adobe ImageReady 7.0* (2004). As bases cartográficas utilizadas referem-se a:

- 1) Base Digital da área urbana de Manaus – AM (IMPLURB, 2006) confeccionada com base nas imagens do satélite *Quickbird* (2004) apresenta equidistância entre as curvas de nível de 5 m. Tal base foi utilizada para confeccionar vários mapas, como: altimétrico - com intervalos de 20 m entre os níveis adotados; declividade – apresentado em intervalos de 5° entre as classes; e o altimétrico. Recortes do mapa altimétrico e da área urbana de Manaus (arruamentos) também foram produzidos para localizar as voçorocas e representar o ambiente no qual cada incisão está inserida.

Nota explicativa: não existe uma base cartográfica que compreenda a área do Distrito Industrial 2 com curvas de nível, exceto com simples arruamentos. Isso resultou em mapas (altimétricos, declividade, etc.) em que essa porção não está representada. A explicação da Prefeitura de Manaus é de que a área em questão está em área federal e, portanto, para economia de tempo e/ou dinheiro esta não é mapeada.

- 2) Base Cartográfica impressa da área urbana de Manaus (SEMOSB, 1991) produzida a partir das fotografias aéreas de 1989 e que recobrem toda a área urbana de Manaus (AM). Com essa base em escala de 1:25.000 e com a equidistância entre as curvas de nível de 25 m foram feitos os perfis topográficos e descritos os principais platôs.

- 3) O mapa do desmatamento (SIPAM, 2005), produzido com técnicas de processamento digital de imagens, com georeferenciamento das imagens *TM/Landsat 5* da cena 231_062 dos anos de 1986, 1995 e 2004 em escala de 1:50.000 foi acrescido com os pontos de localização das voçorocas. Está na escala aproximada de 1:220.000.
- 4) A base digital do IMPLAN/CPRM (1995) produzida a partir das fotografias aéreas de 1991 serviu para construir o mapa das bacias hidrográficas urbanas, no qual os pontos de localização das voçorocas foram depois inseridos. O tamanho das bacias e o comprimento dos canais principais foram obtidos através da base descrita no item 1. Outras bases do IMPLAN/CPRM também foram utilizadas, como as que delimitam bairros e zonas em Manaus, para representar a distribuição das voçorocas. A base que mostra a evolução urbana de Manaus de 1669 até 1990 também foi utilizada para localizar as voçorocas existentes desde 1986.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CADASTRAMENTO, RECADASTRAMENTO E ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DAS VOÇOROCAS EM MANAUS

Os presentes dados configuram ponto de partida para o entendimento dos processos de voçorocamento na cidade de Manaus, serão apresentados com base nos objetivos específicos e na metodologia aplicada para obtê-los.

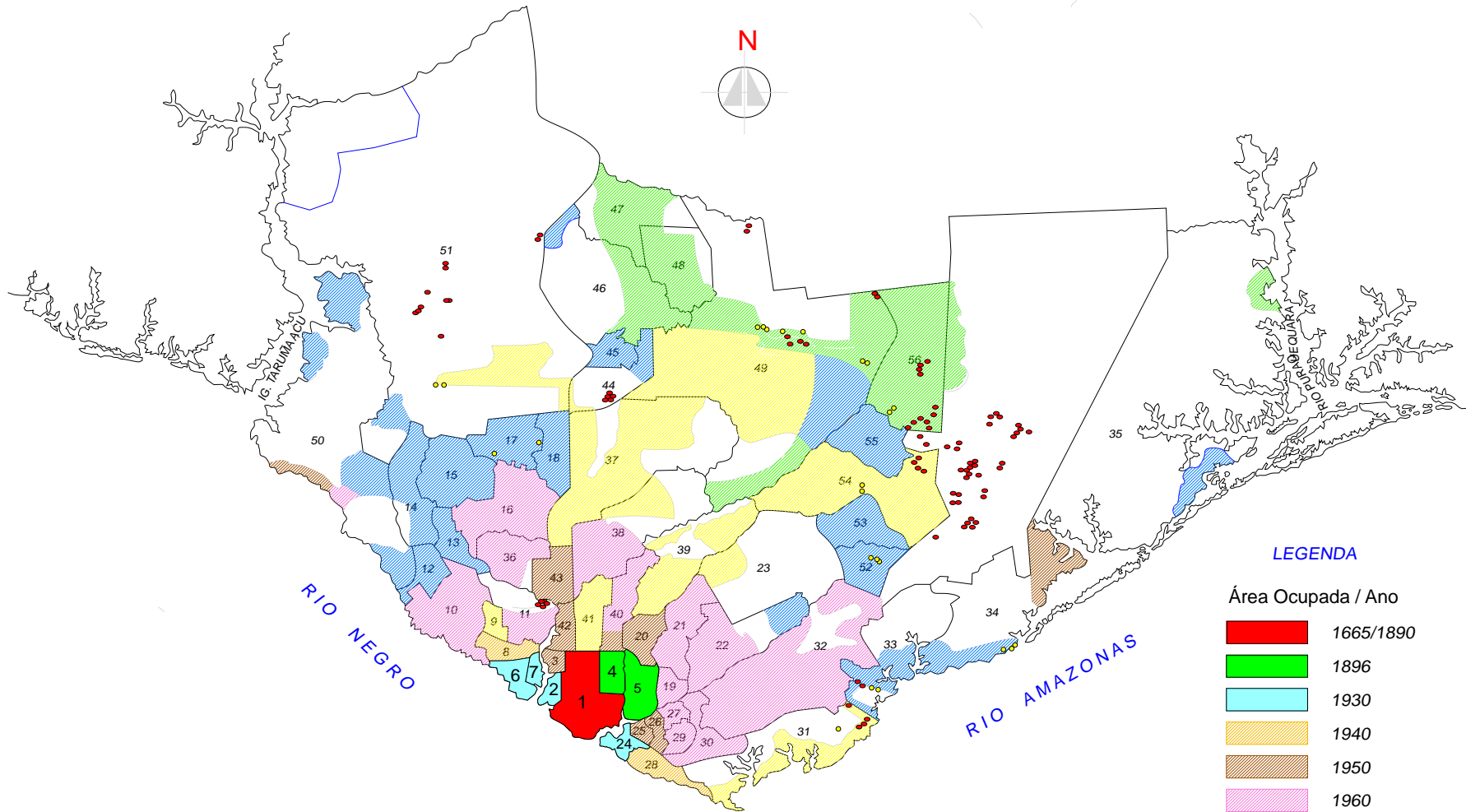
4.1.1. Mapeamento das voçorocas do sítio urbano de Manaus

Conforme se descreveu na introdução geral deste trabalho, a ampliação da malha urbana de Manaus ocorreu de forma bastante acelerada durante o período de 1970 a 2000, com aumento da área ocupada em quase 17,4 vezes, passando de 25,32 km² para mais de 440 km². Esse período marca também o início de processos erosivos mais intensos em toda a cidade e somente na década de 80 (século XX) surge a primeira referência à ocorrência de voçorocas na cidade de Manaus, por Vertanatti e Barancoski em 1987 em que os autores descrevem duas voçorocas originadas em uma das cabeceiras da pista de pouso do aeroporto Eduardo Gomes. Daquele primeiro momento até 2006 chegou-se ao total de 115 voçorocas, conforme se mostra no mapa da evolução urbana de Manaus (**MAPA 3**), das quais somente 91 permaneciam ativas e as restantes (n=24) receberam alguma medida de contenção ou ação que resultou na extinção das incisões.

4.1.1.1. Localização das voçorocas

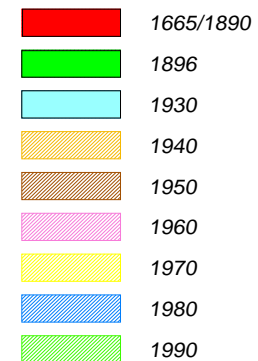
Com a localização das voçorocas (**ANEXO 4**) percebeu-se que tais incisões ocorrem em 04 zonas (Norte, Sul, Leste, Oeste) (**ANEXO 5**) das 06 zonas administrativas (Norte, Sul, Leste, Oeste, Centro-Sul e Centro-Oeste). A Zona Leste compreende a área de maior concentração, com 58 voçorocas; em seguida a Zona Oeste com 16, a Zona Norte com 13 e a Zona Sul com apenas 4 voçorocas (**MAPA 4**). Entre essas, a Zona Leste tem sido palco de ocupações irregulares (RIBEIRO FILHO, 1995; NAVA, 1998), com reflexo direto no meio ambiente, representados principalmente pelos desmata-

MAPA 3 - EXPANSÃO DA MALHA URBANA E LOCALIZAÇÃO DAS VOÇOROCAS EM MANAUS (AM)



LEGENDA

Área Ocupada / Ano



- Voçoroca ativa (A)
- Voçoroca não-ativa (NA)

1 - CENTRO	11 - SÃO JORGE (A=5)	21 - PETROPOLIS	31 - VILA BURITI (A=4; NA=1)	41 - N. S. DAS GRACAS	51 - TARUMA (A=11; NA=2)
2 - APARECIDA	12 - SANTO AGOSTINHO	22 - JAPIIM	32 - D.INDUSTRIAL (A=39)	42 - SÃO GERALDO	52 - ARMANDO MENDES (NA=3)
3 - PRES. VARGAS	13 - NOVA ESPERANCA	23 - COROADO	33 - MAUZINHÔ (A=2; NA=2)	43 - CHAPADA	53 - ZUMBI DOS PALMARES
4 - PRAÇA 14 DE JANEIRO	14 - LIRIO DO VALE	24 - EDUCANDOS	34 - COL. ANT. ALEIXO (NA=3)	44 - COL. ST. ANTONIO (A=5)	54 - SÃO JOSE OPERARIO (A=4; NA=2)
5 - CACHOEIRINHA	15 - PLANALTO	25 - SANTA LUZIA	35 - PURAQUEQUARA	45 - NOVO ISRAEL	55 - TANCREDO NEVES
6 - SÃO RAIMUNDO	16 - ALVORADA	26 - MORÇO DA LIBERDADE	36 - DOM PEDRO I	46 - COL. TERRA NOVA	56 - JORGE TEIXEIRA (A=13)
7 - GLORIA	17 - REDENÇÃO (NA=2)	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 PRATA	19 - RAIZ	29 - SÃO LAZARO	39 - ALEIXO	49 - CIDADE NOVA (A=8; NA=7)	
10 - COMPENSA	20 - SÃO FRANCISCO	30 - CRESPO	40 - ADRIANOPOLIS	50 - PONTA NEGRA	

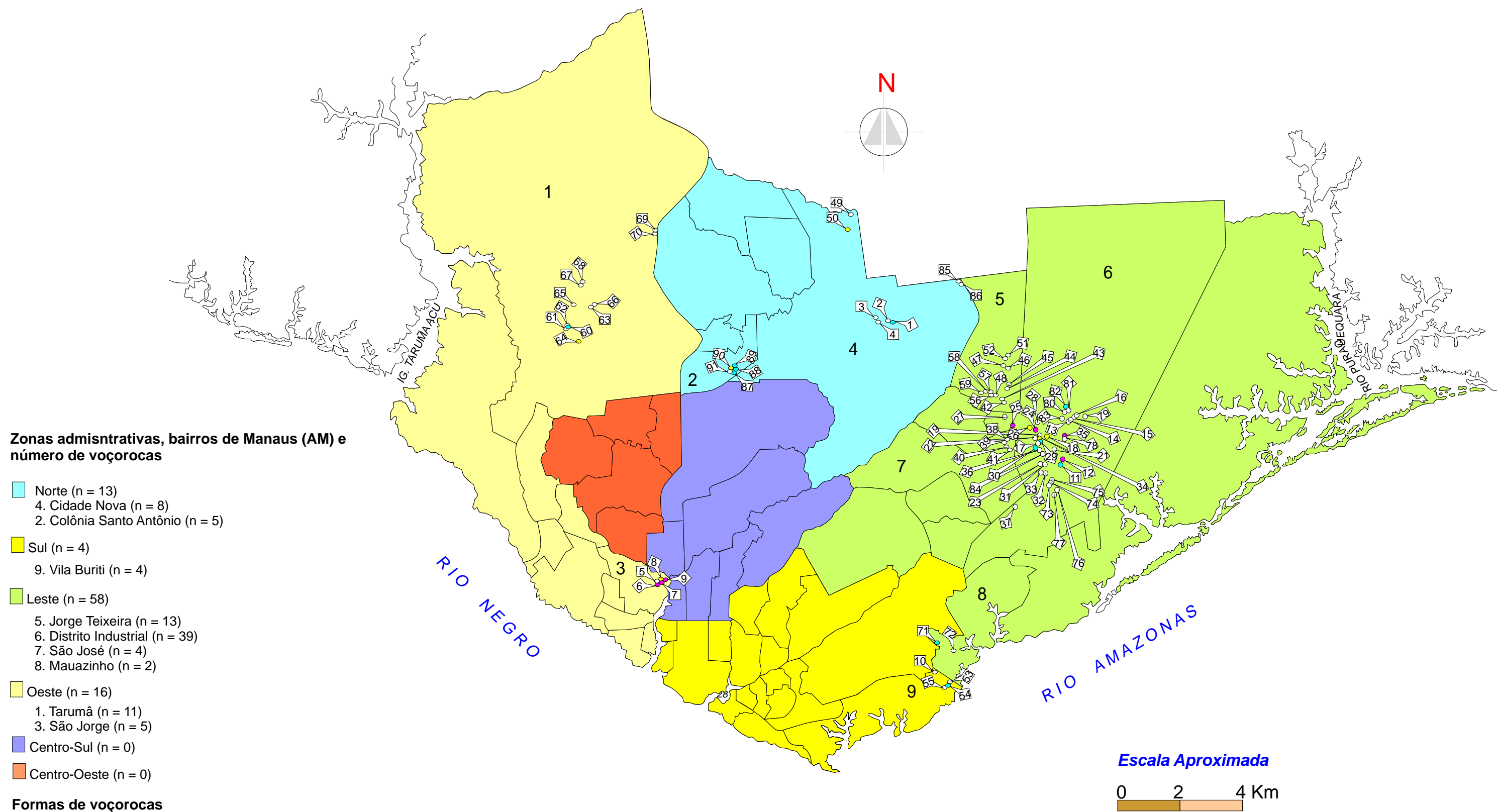
Voçoroca ativa: A = 91
Voçoroca não-ativa: NA = 24

Organização: Antonio Fábio G. Vieira
Fonte: IMPLAN / CPRM (1996)

Escala Aproximada



MAPA 4 - DISTRIBUIÇÃO DAS VOÇOROCAS POR ZONAS EM MANAUS (AM)



mento (**FIGURA 29**), acúmulo de lixo e assoreamento dos cursos d'água, como se registrou em campo. Apesar desse quadro, 85 voçorocas (93,5%) originaram-se após a ação do poder público e apenas 6 (6,5%) da exploração mineral.



FIGURA 29 – Evolução do desmatamento em parte do Distrito Industrial - Zona Leste, sendo: foto B (1999); figura A - recorte da imagem do *Quickbird* (2004) e foto C (2006). A seta vermelha aponta para a ocupação Grande Vitória (A e C). A seta amarela aponta para material oriundo da voçoroca nº 17 (seta verde) e nº 30 (seta azul) já existentes desde 1999. A voçoroca nº 36 (seta preta – foto C) surgiu no final de 2005. Ao fundo, foto C (seta vermelha), ocupação Grande Vitória e em destaque, parte da ocupação Nova Vitória. Em 1999 (foto B) o local ainda sem as ocupações Grande Vitória e Nova Vitória.

Exemplo disso é a área de expansão do Distrito Industrial: estruturada no final da década de 80 para receber novas indústrias que se estabeleciam em Manaus, ficou abandonada por mais de 10 anos, período em que os processos erosivos começaram a produzir os vários tipos de feições ali existentes, como as voçorocas, principalmente nas áreas desmatadas e terraplanadas e nas saídas d'água das canaletas. Somente no início deste século é que algumas empresas começaram a se instalar, ocorrendo em meados de 2003 a ocupação mais intensa da área⁵. Hoje, as famílias ali instaladas convivem com uma estrutura básica deficiente (irregularidade no fornecimento de água encanada, energia elétrica clandestina, ausência de rede de esgoto e de coleta de lixo) e com o problema relativo às voçorocas, que acabam virando também depósitos de lixo, agravando ainda mais o problema. A maior parte das voçorocas (n=26) aí existentes do total de 39 incisões são anteriores à ocupação⁶. As outras 13 voçorocas que surgiram depois da ocupação, não são reflexo dessa, mas estão relacionadas ao sistema de drenagem já existente⁷ e às características do relevo.

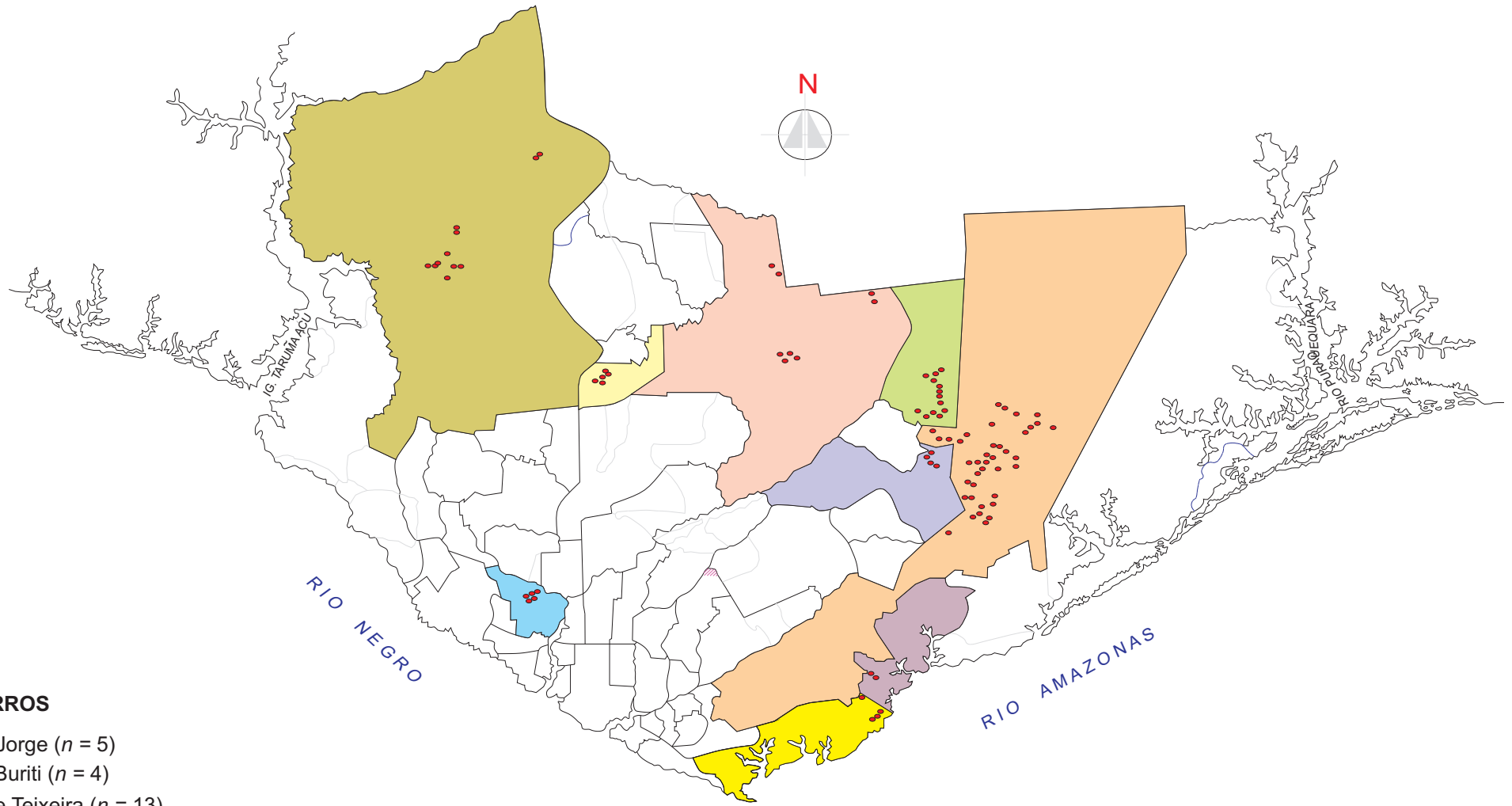
No que se refere a sua distribuição por bairros, constatou-se que as voçorocas ocorrem em 09 bairros (**ANEXO 6**): Distrito Industrial: D.I. 2 e Nova Vitória (n=39); Jorge Teixeira: Jorge Teixeira, Grande Vitória, Nova Conquista, Nova Floresta, Comunidade João Paulo II (n=13); Tarumã: antiga área de exploração mineral (n=11); Cidade Nova: Canaranas, Conjunto Habitacional João Paulo II e Cidade de Deus (n=8); Colônia Santo Antonio (n=5); São Jorge: 1º. BIS – AMV (n=5); Vila Buriti: área da antiga Siderama (n=4); São José: Santa Inês (n=4) e Mauazinho (n=2) (**MAPA 5**). Com exceção do Distrito Industrial e da Vila Buriti, os outros bairros são densamente ocupados e se caracterizam pelas ocupações irregulares.

⁵ Conforme informações obtidas na SUFRAMA, tal área foi estruturada no final da década de 90, (vias pavimentadas, rede elétrica e água encanada) para receber novas indústrias.

⁶ No primeiro cadastramento realizado nessa área em 1999 verificou-se a existência de 26 voçorocas ativas. Em junho de 2003, iniciou-se o processo de ocupação da área. No ano de 2006, 13 novas voçorocas foram incluídas ao total existente.

⁷ A falta de critérios técnicos relacionados ao sistema de drenagem foi verificada diretamente em campo durante o cadastramento e encontram-se citadas no **ANEXO 7**.

MAPA 5 - DISTRIBUIÇÃO DAS VOÇOROCAS POR BAIRROS EM MANAUS



BAIRROS

- São Jorge (n = 5)
- Vila Buriti (n = 4)
- Jorge Teixeira (n = 13)
- Colônia Santo Antônio (n = 5)
- São José (n = 4)
- Distrito Industrial (n = 39)
- Tarumã (n = 11)
- Mauzinho (n = 2)
- Cidade Nova (n = 8)

Legenda

- Voçoroca
- n = número de voçorocas

Escala Aproximada



Segundo a listagem da PMM (2006) existem em Manaus 163 ocupações irregulares⁸ oriundas de invasões⁹, grupo (**ANEXO 8**) em que estão as ocupações Grande Vitória, Nova Floresta, Nova Conquista, Cidade de Deus, Santa Inês, Mauzinho, Tarumã (área de extração mineral) e a comunidade João Paulo onde ocorrem 31 voçorocas. Nas áreas regulares (**ANEXO 9**), como 1º BIS (Amv), Jorge Teixeira¹⁰, Conjunto Habitacional Canaranas, Conjunto Habitacional João Paulo II, Vila Buriti, Colônia Santo Antônio¹¹ e o Distrito Industrial¹² estão localizadas 60 voçorocas. Em síntese, 31 voçorocas estão localizadas em ocupações irregulares e 60 em ocupações regulares.

4.1.1.2. Classificação das voçorocas por tipo e por forma

Conforme já discutido no item 2.2.3.1. (página 54, Capítulo 2), as voçorocas podem ser classificadas por tipo e por forma. Quanto ao tipo, podem ser conectadas, desconectadas e integradas. No cadastramento foram registradas: 75 conectadas, 14 desconectadas e 2 integradas.

Quanto à forma, as incisões podem mudar consideravelmente com o passar do tempo (retangular, bifurcada, linear, ramificada e irregular), como resultado das mudanças nos processos (intensidade e freqüência) atuantes. Uma voçoroca linear, por exemplo, pode transformar-se numa bifurcada, irregular, ramificada ou mesmo retangular. E isso pode acontecer para

⁸ A expressão “ocupação regular” refere-se aqui à ocupação onde foram obedecidas todas as exigências legais, diferentemente da ocupação irregular. As ocupações oriundas de invasões são irregulares e assim permanece até o momento em que todas as normas técnicas legais são atendidas (nem sempre isso acontece, permanecendo irregular mesmo na existência do título de posse definitivo). O mesmo serve para as ocupações planejadas, ou seja, é necessário observar as normas legais para que a ocupação seja caracterizada como regular.

⁹ O termo invasão, aqui adotado, segue as normas jurídicas, no sentido de ocupação de terra alheia, seja pública ou não, tenha proprietário definido ou não (MARICATO, 2000). Mesmo em desuso, a expressão será utilizada para diferenciar ocupação organizada pelo poder público e ou privado através de loteamentos, da ocupação que ocorre por meio de movimentos sociais espontâneos.

¹⁰ O bairro Jorge Teixeira surgiu de um loteamento organizado pela prefeitura em março de 1989, logo seguido por várias e sucessivas invasões que originaram inúmeras ocupações irregulares.

¹¹ Apesar de estar no grupo das ocupações regulares, o bairro Colônia Santo Antônio foi originado na década de 70 (século XX) de um processo de invasão, assim como a maioria das ocupações em Manaus.

¹² Das 39 voçorocas existentes no Distrito Industrial, 20 estão inseridas na ocupação Nova Vitória (comunidade irregular), embora suas origens sejam anteriores a essa ocupação.

qualquer uma das outras formas, dependendo da existência de novos fluxos ou de mudança na direção e distribuição dos fluxos já existentes. Nesse sentido, no período de 1995 a 2006 verificou-se que algumas formas apresentavam determinadas peculiaridades, como: linear – originada por um fluxo superficial preferencial e relacionada também às características de resistência da superfície do solo; bifurcada – resultante geralmente de dois fluxos superficiais concentrados; ramificada - caracterizada pela ocorrência de vários canais de drenagem superficiais; irregular – ligado à ocorrência de um ou mais fluxos superficiais e; retangular, configurando-se como o estágio final de evolução da voçoroca.

As voçorocas apresentam as seguintes formas: 66 retangulares, 11 bifurcadas, 7 lineares e 7 ramificadas. A forma irregular não foi observada no interior do sítio urbano de Manaus no último cadastramento. O maior número de incisões com a forma retangular denota dois fatos: 1) a maioria das voçorocas em Manaus encontra-se bastante ativa; 2) a mudança das outras formas para retangular é relativamente rápida em virtude da dinâmica dos processos envolvidos. No cadastramento de 1997 as voçorocas retangulares totalizavam 13 incisões (76,4%) do total de 17 ativas. Em 2004, o número de voçorocas aumenta para 40, sendo 28 (70%) com a forma retangular. No último cadastramento (2006) 66 incisões apresentavam a forma retangular (72,5%) do total de 91 voçorocas ativas. Todavia, essa forma pode ocorrer sem haver apresentado outra forma, caso em que estaria ligada principalmente a grande concentração de fluxo superficial concentrado em superfície com declividade superior a 20°.

4.1.1.3. Dimensões das voçorocas: comprimento, largura e profundidade

As voçorocas cadastradas apresentam volume erodido médio de 22.899,9 m³, o que as classifica como sendo grandes voçorocas, conforme classificação por tamanho (página 59). Em termos de abrangência por área, a média fica em torno de 1.500 m² / voçoroca. Fazendo a análise por tamanho para cada zona administrativa, os resultados foram os seguintes: Zona Norte com voçorocas pequenas (volume médio erodido de 3.821,2 m³ / voçoroca); Zona Oeste com voçorocas pequenas (volume médio erodido de 4.176,8 m³ /

voçoroca); Zona Leste com voçorocas grandes (volume médio erodido de 31.120,4 m³ / voçoroca) e Zona Sul com voçorocas muito grandes (volume médio erodido de 40.600,4 m³ / voçoroca). Os maiores valores dimensionais das voçorocas das Zonas Leste e Sul em relação aos das Zonas Oeste e Norte estão relacionados principalmente às características de relevo (base convexa da encosta e maior altimetria, resultando em maiores profundidades) e o maior tempo de existência dessas incisões (algumas com mais de 15 anos)¹³.

O **QUADRO 10** apresenta os dados de comprimento, largura e profundidade (menor, maior e média) das voçorocas em Manaus. As características topográficas e a profundidade dos solos nas diferentes áreas favorecem a maior ou menor possibilidade de expansão das incisões. A Zona Norte apresenta o maior comprimento médio (69,13 m). A Zona Leste apresenta a maior largura (104 m) e a maior profundidade (30,8 m), enquanto a Zona Oeste apresenta o maior comprimento (208,8 m). A Zona Sul tem os maiores valores (comprimento menor = 27,5 m, largura menor = 30 m, largura média = 47,87 m, profundidade menor = 12 m e profundidade média = 15,9 m) o que se configura nas maiores médias métricas. A média geral das voçorocas fica em torno de 56,95 m de comprimento, com 24,3 m de largura média, e profundidade média de 11,2 m. Outras características verificadas decorrem de que a profundidade não varia muito em cada zona e entre as zonas, sendo a média geral o aspecto de menor variação se comparada com a largura e o comprimento. Este último é o aspecto que apresenta as maiores variações de tamanho entre as voçorocas da mesma zona e entre as outras zonas (**QUADRO 11**).

As variáveis métricas (comprimento, largura e profundidade) das voçorocas (**ANEXO 4**) cadastradas resultaram em análises, como: num grupo de 85 voçorocas, o comprimento não ultrapassa os 100 m e neste a largura não é maior que 60 m (característica verificada em 80 voçorocas). A maior extensão longitudinal de algumas voçorocas pode ser explicada pela existência

¹³ Somando os valores de comprimento e calculando as médias de largura e profundidade de todas as voçorocas aqui cadastradas, resultaria em uma voçoroca com o comprimento total de 5.182 m, com média de largura em torno de 24 m e profundidade média de 11 m.

QUADRO 10 – Comparativo do comprimento-largura-profundidade das voçorocas em Manaus (AM) – Distribuição por zonas

	Norte (m)	Sul (m)	Leste (m)	Oeste (m)	Média Geral
Menor Comprimento	14,00	27,50	15,00	8,35	-
Maior Comprimento	154,58	76,00	200,00	208,80	-
Comprimento Médio	69,13	48,87	61,13	56,29	56,95
Menor Largura	4,00	30,00	3,50	2,50	-
Maior Largura	29,20	66,00	104,00	40,00	-
Largura Média	14,02	47,87	29,40	10,23	24,38
Menor Profundidade	2,70	12,00	4,30	1,70	-
Maior Profundidade	14,50	18,70	30,80	12,60	-
Profundidade Média	5,44	15,65	14,11	4,90	11,20

QUADRO 11 – Comparativo do comprimento-largura-profundidade das voçorocas em Manaus (AM) – Desvio Padrão (DP) e Coeficiente de Variação (CV)

	Norte		Sul		Leste		Oeste		Média	
	DP	CV	DP	CV	DP	CV	DP	CV	DP	CV
COMP.	42,24	1,02	17,90	0,37	29,02	0,47	52,46	0,93	35,4	0,69
LARG.	7,79	0,65	14,31	0,30	19,41	0,66	9,22	0,90	12,6	0,62
PROF.	3,78	0,83	2,5	0,16	6,66	0,47	3,09	0,62	4,0	0,52

de um fluxo principal (para cada incisão), o qual tende a provocar a erosão remontante e a menor freqüência de fluxos laterais com capacidade suficiente para provocar a expansão lateral. As incisões com larguras superiores a 40 m são características daquelas que ocorrem em superfície mais plana (**ANEXO 4**) e/ou com menor resistência do solo e/ou pela existência de vários fluxos oriundos de direções diversas e/ou ainda pode estar relacionado ao tempo (cronológico) de evolução.

Em voçorocas com até 100 m de comprimento e até 20 m de profundidade verificou-se que a profundidade acompanha o crescimento da incisão, mas à medida que a incisão aumenta de comprimento seu aprofundamento não segue na mesma velocidade de expansão, principalmente porque a maioria das incisões surgiram na porção inferior da encosta, com menor espessura do solo, portanto, muito próxima de atingir o nível de base local. Para voçorocas com mais de 50 m de largura a profundidade não ultrapassa os 20 m e isso se deve à maior expansão lateral em relação à velocidade de aprofundamento.

Um total de 68 voçorocas está concentrado nas encostas de até 200 m de comprimento por causa da sua maior declividade. Ao atingirem o topo da

encosta (borda do platô) as voçorocas podem parar de crescer porque a declividade diminui, reduzindo os fluxos de água e desacelerando a expansão da incisão. As maiores profundidades verificadas (> 10 m) correspondem às voçorocas localizadas nas encostas com até 200 m de comprimento (**ANEXO 4**). Quando analisados por platôs, os resultados demonstraram que os maiores valores estão no Platô Leste (**QUADRO 12**), onde ocorre a maior parte das voçorocas em Manaus, num total de 62 incisões (**ANEXO 10**). Entre esses maiores valores, destacam-se largura, profundidade, área, volume, maior dano

QUADRO 12 – Comparativo das características métricas das voçorocas em Manaus (AM) – Distribuição por platôs

	Platô 1o. BIS	Platô Norte	Platô Leste
Comprimento médio (m)	101,70	38,80	60,30
Comprimento menor (m)	24,00	8,40	15,00
Comprimento maior (m)	208,80	154,60	200,00
Largura média (m)	9,40	11,80	30,60
Largura menor (m)	2,40	3,80	3,50
Largura maior (m)	8,50	40,00	104,00
Profundidade média (m)	4,10	4,80	14,20
Profundidade menor (m)	1,70	1,40	4,30
Profundidade maior (m)	11,00	14,50	30,80
Área média (m ²)	450,10	560,10	1.956,30
Área total (m ²)	2.250,70	13.442,00	121.295,20
Área menor (m ²)	158,40	33,20	91,50
Área maior (m ²)	939,60	4.000,00	7.852,00
Volume médio (m ³)	1.301,60	4.583,20	31.732,06
Volume total (m ³)	6.508,00	109.998,10	1.967.387,90
Volume menor (m ³)	459,00	63,10	576,45
Volume maior (m ³)	1.880,20	50.400,00	126.000,00
Danos área média (R\$)	35.750,91	11.387,77	99.168,91
Danos área total (R\$)	178.754,57	273.306,37	6.148.472,16
Danos menor (R\$)	12.580,13	529,18	6.272,33
Danos maior (R\$)	74.623,03	63.704,72	538.254,60
Área abrangência média (m ²)	1.800,60	2.240,30	7.825,40
Área abrangência total (m ²)	9.003,00	53.768,10	485.180,60
Área abrangência menor (m ²)	633,60	133,00	366,00
Área abrangência maior (m ²)	3.758,40	16.000,00	31.400,00
Danos média área/abrang. (R\$)	143.003,65	45.551,06	396.675,62
Danos total área/abrang. (R\$)	715.018,26	1.093.225,48	24.593.888,65
Danos menor área/abrang. (R\$)	50.320,51	2.854,18	25.089,30
Danos maior área/abrang. (R\$)	298.492,13	135.200,00	2.153.018,40
Contenção média (R\$)	27.009,00	33.605,09	117.382,40
Contenção total (R\$)	135.045,00	806.522,10	7.277.709,00
Contenção menor (R\$)	9.504,00	1.995,00	5.490,00
Contenção maior (R\$)	56.376,00	240.000,00	471.120,00
	Maiores valores	Menores valores	

por voçoroca, assim como a maior área de abrangência por incisão; conseqüentemente, o maior dano por área de abrangência, o maior valor de contenção por voçoroca e os maiores valores totais para danos por área e por área de abrangência da incisão, e também custos mais elevados pra contê-las (**QUADRO 31**, página 203).

As correlações (por platôs/formas das voçorocas) verificadas entre comprimento da encosta, declividade da encosta, comprimento da voçoroca, largura da voçoroca, profundidade da voçoroca, volume erodido e área ocupada pela incisão apresentaram 95 resultados com valor de $r > 0,6$. Desse total, 23 envolvem a influência das características da encosta (comprimento ou declividade) com largura, profundidade e comprimento da voçoroca e com o volume e área erodida. Quando as correlações foram consideradas em toda a cidade, sem separar as variáveis por zonas ou platôs, o resultado foi de apenas 2 correlações com o valor de $r > 0,6$ (**GRÁFICOS 1 e 2**). Largura e profundidade demonstraram maior influência no volume erodido do que o comprimento, principalmente no estágio inicial de evolução das voçorocas.

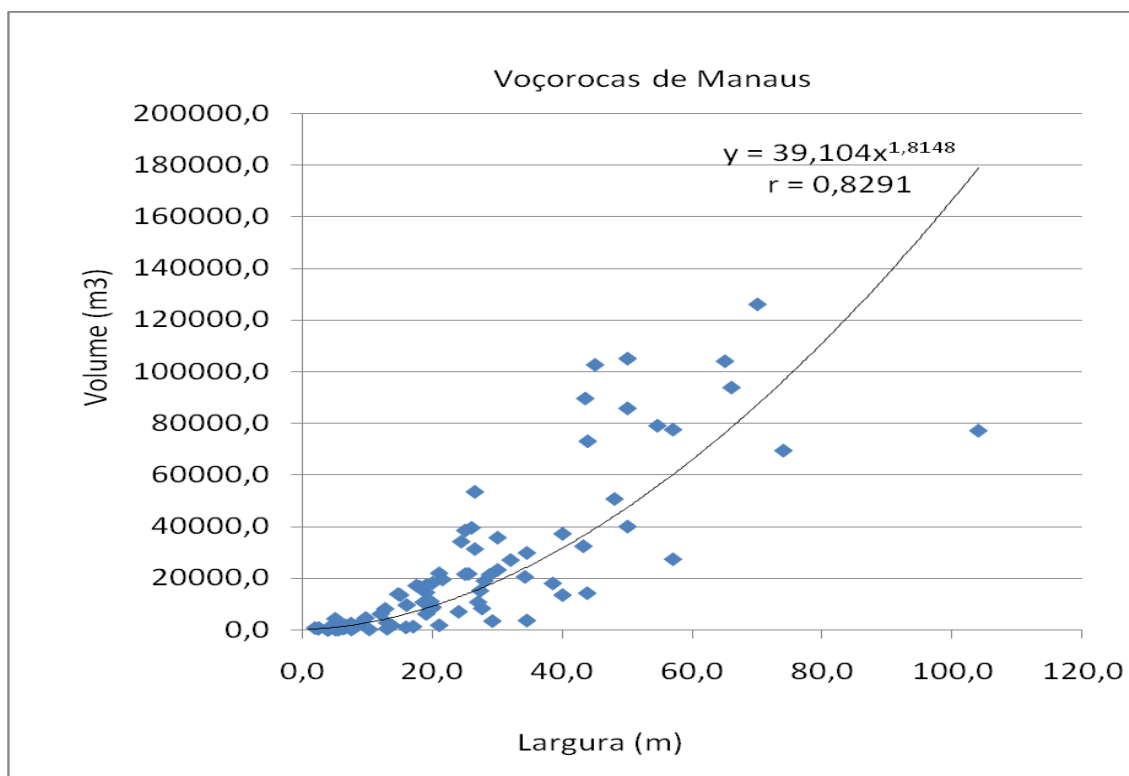


GRÁFICO 1 – Correlação entre largura da voçoroca e volume erodido

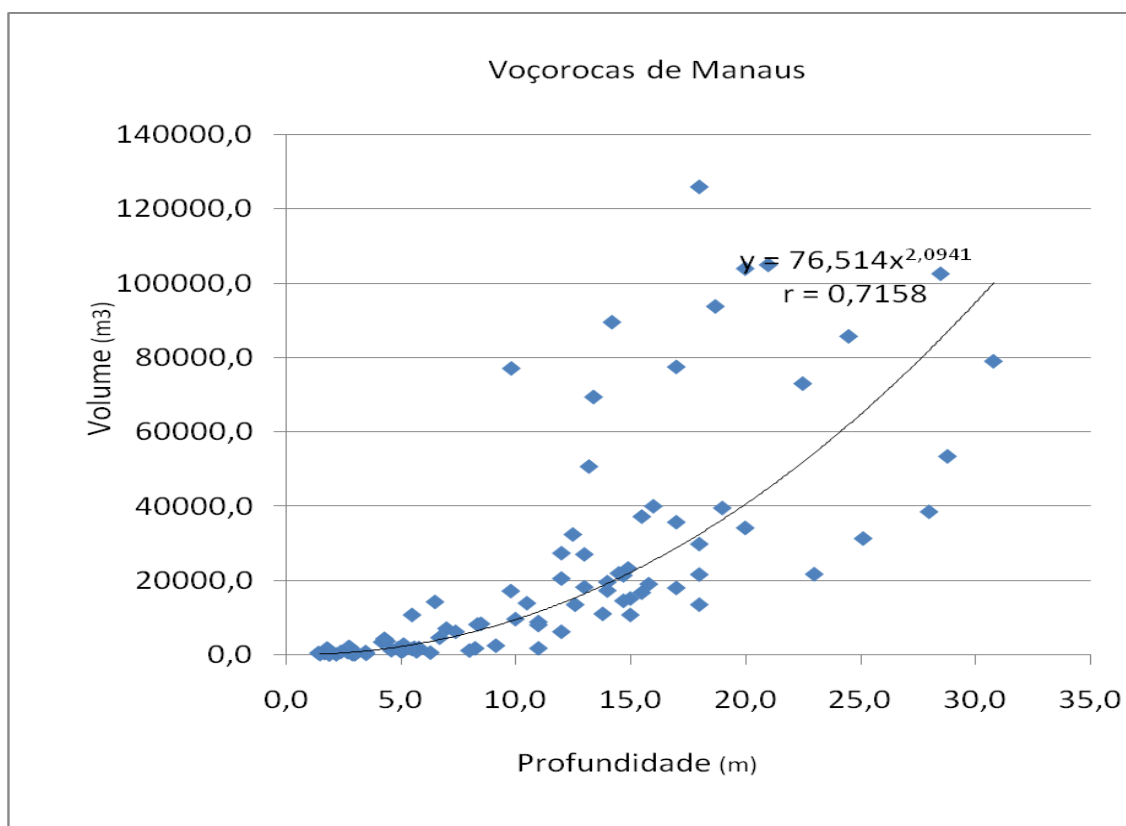


GRÁFICO 2 – Correlação entre profundidade da voçoroca e volume erodido

Em termos gerais as correlações com resultados de r entre 0,90 e 0,99 referem-se principalmente às variáveis como volume e área erodida. No âmbito geral, o volume erodido (dado que serve para classificá-la quanto ao tamanho) de cada voçoroca e a área erodida guardam estreita relação com a largura. Quando as correlações foram feitas por zonas, os resultados foram bem parecidos. Na Zona Norte o volume erodido tem significativa relação com a profundidade da voçoroca (**GRÁFICO 3**). Na Zona Leste o volume apresenta boa relação com a profundidade e com a largura (**GRÁFICOS 4 e 5**), mas o comprimento da incisão tem menor influência no volume erodido, em razão do menor comprimento das encostas dessa zona. Na Zona Oeste o volume erodido também apresenta relação com a profundidade e largura da incisão (**GRÁFICOS 6 e 7**), sendo que é necessário que os valores correspondentes a esses parâmetros métricos aumentem consideravelmente para que ocorra maior variação no volume erodido, diferentemente do que ocorre na Zona Leste (**GRÁFICOS 4 e 5**), onde pequena variação na largura e na profundidade já promove bom aumento no volume erodido.

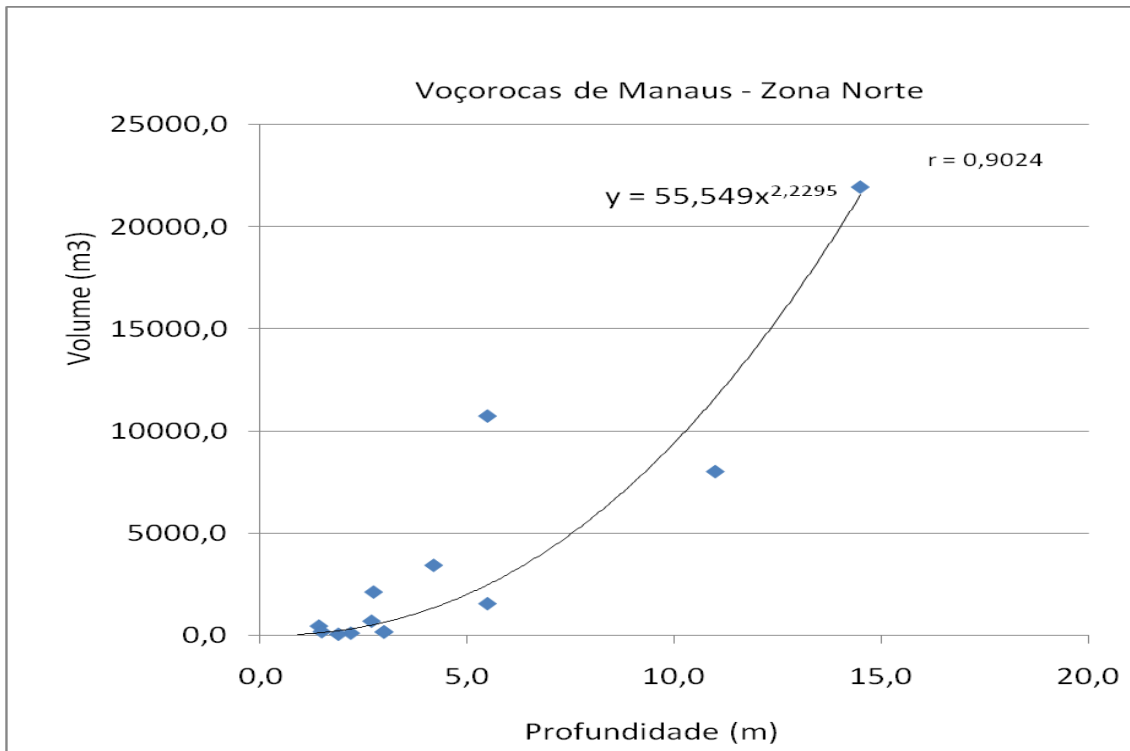


GRÁFICO 3 – Correlação entre profundidade da voçoroca e volume erodido – Zona Norte

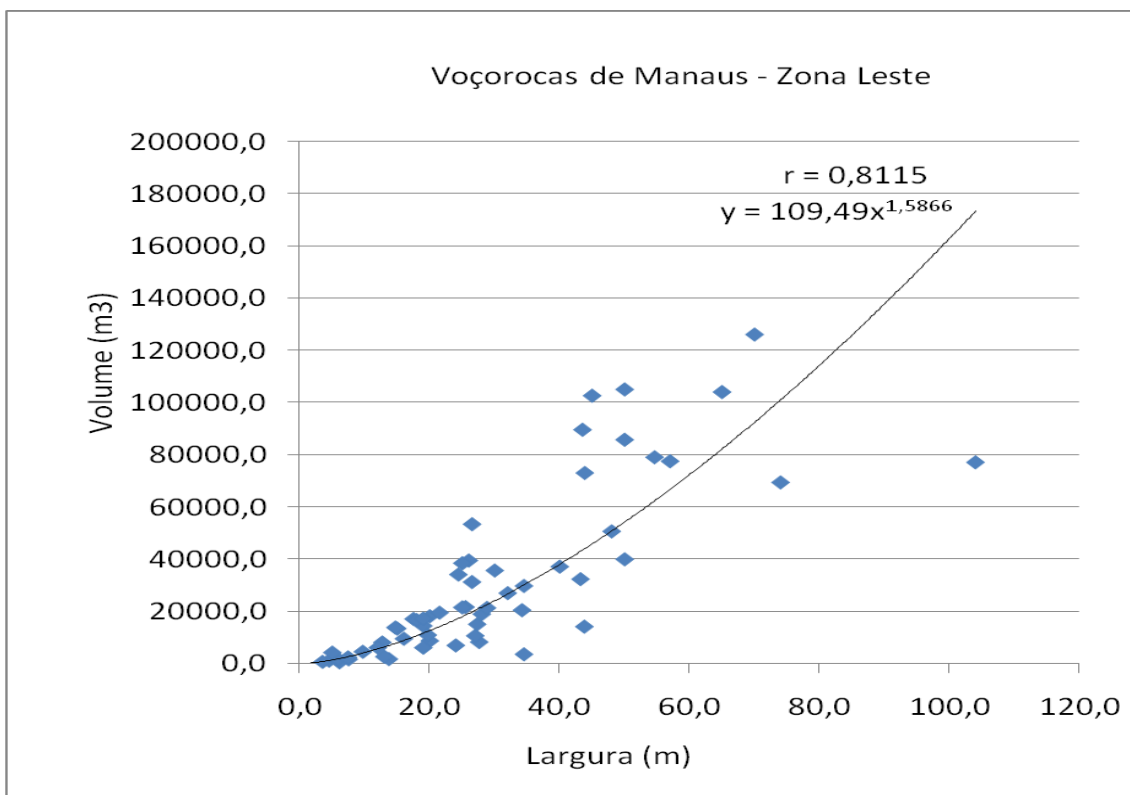


GRÁFICO 4 – Correlação entre largura da voçoroca e volume erodido – Zona Leste

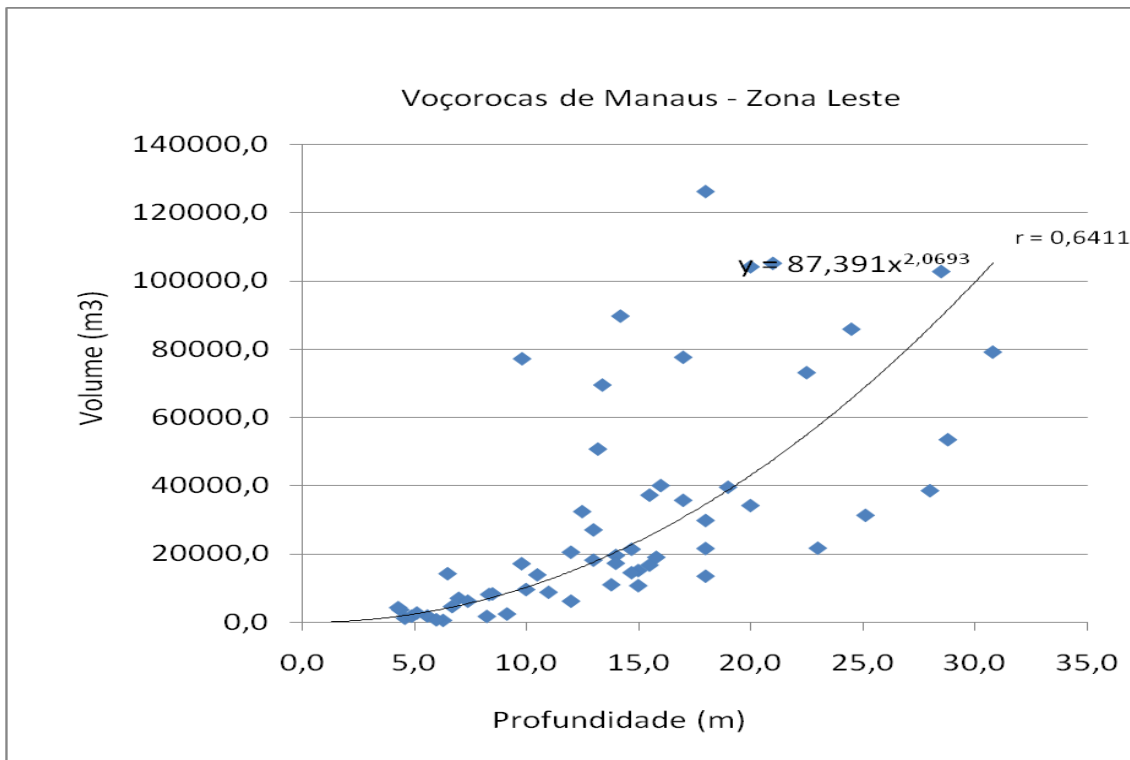


GRÁFICO 5 – Correlação entre profundidade da voçoroca e volume erodido – Zona Leste

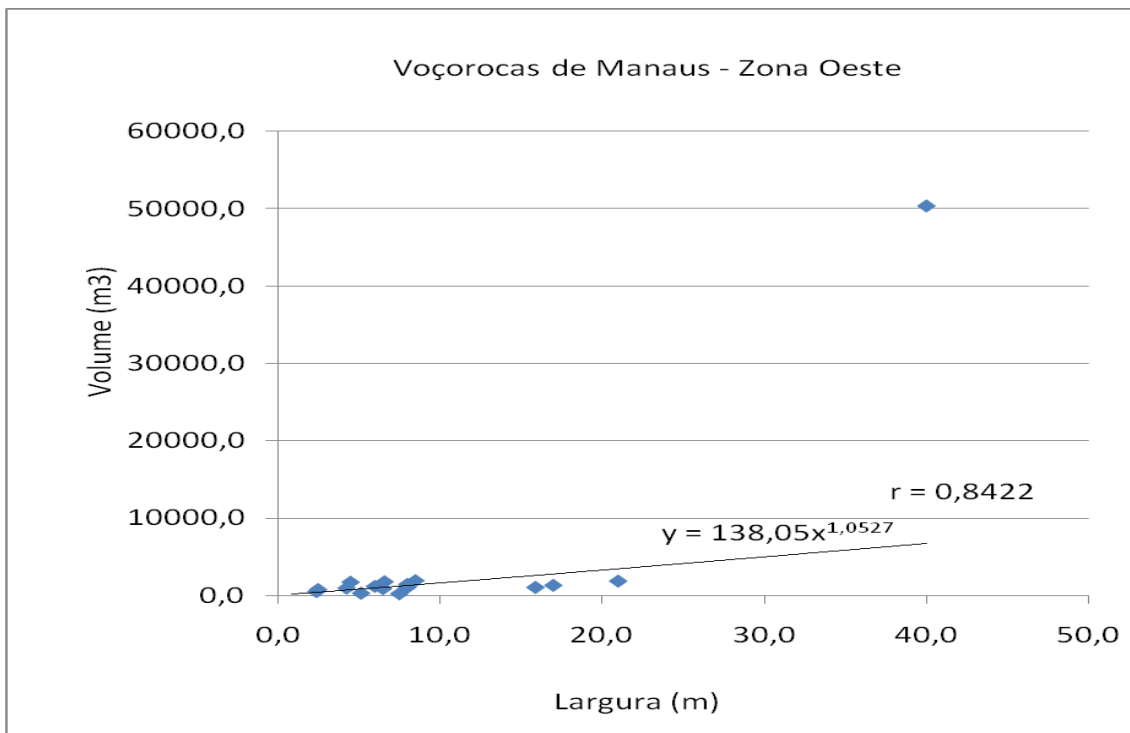


GRÁFICO 6 – Correlação entre largura da voçoroca e volume erodido – Zona Oeste

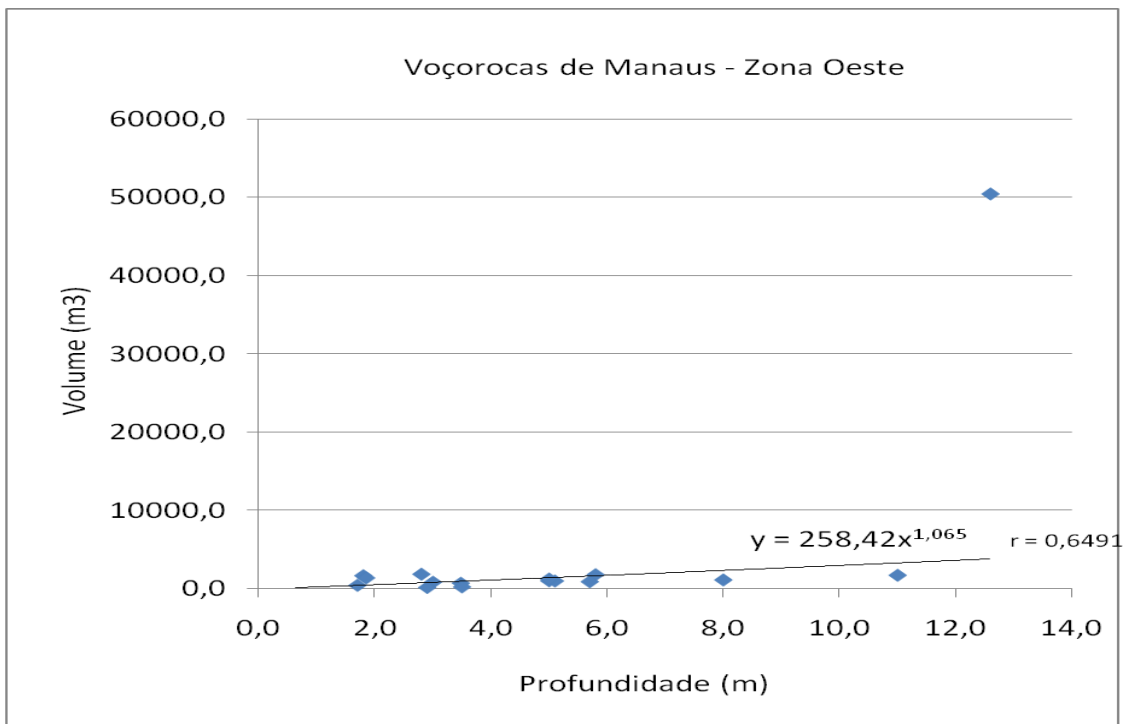


GRÁFICO 7 – Correlação entre profundidade da voçoroca e volume erodido – Zona Oeste

Quando comparada com outras zonas, na Zona Oeste verifica-se forte relação entre profundidade e largura das voçorocas, principalmente para incisões com até 6 m de profundidade (**GRÁFICO 8**).

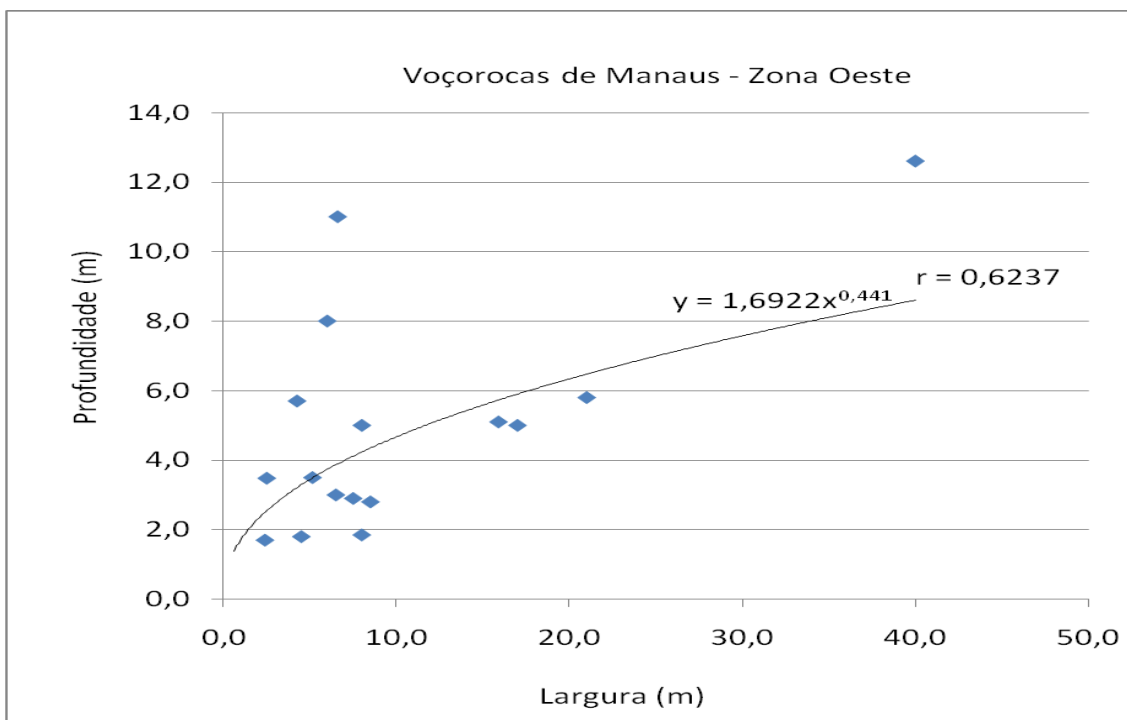


GRÁFICO 8 – Correlação entre largura e profundidade da voçoroca – Zona Oeste

As correlações dos dados obtidos na Zona Sul não serão aqui analisadas porque contemplam apenas 4 voçorocas, o que de certa forma compromete uma análise mais precisa. Porém, os gráficos correspondentes encontram-se no **ANEXO 11** e resultam das correlações entre comprimento, largura, profundidade, volume erodido e comprimento da encosta.

A análise realizada para os três platôs com ocorrência de voçorocas apresentou resultados mais expressivos quando comparados às análises por zonas. No Platô 1º. BIS (Amv) ocorrem 5 voçorocas, e embora esse número não seja o ideal para uma boa análise, os resultados demonstraram que tanto o comprimento da encosta (**GRÁFICO 9**) quanto a declividade influem na profundidade da incisão (**GRÁFICO 10**). A largura da voçoroca apresentou uma relação significativa com a área e o volume erodidos (**GRÁFICO 11 e 12**).

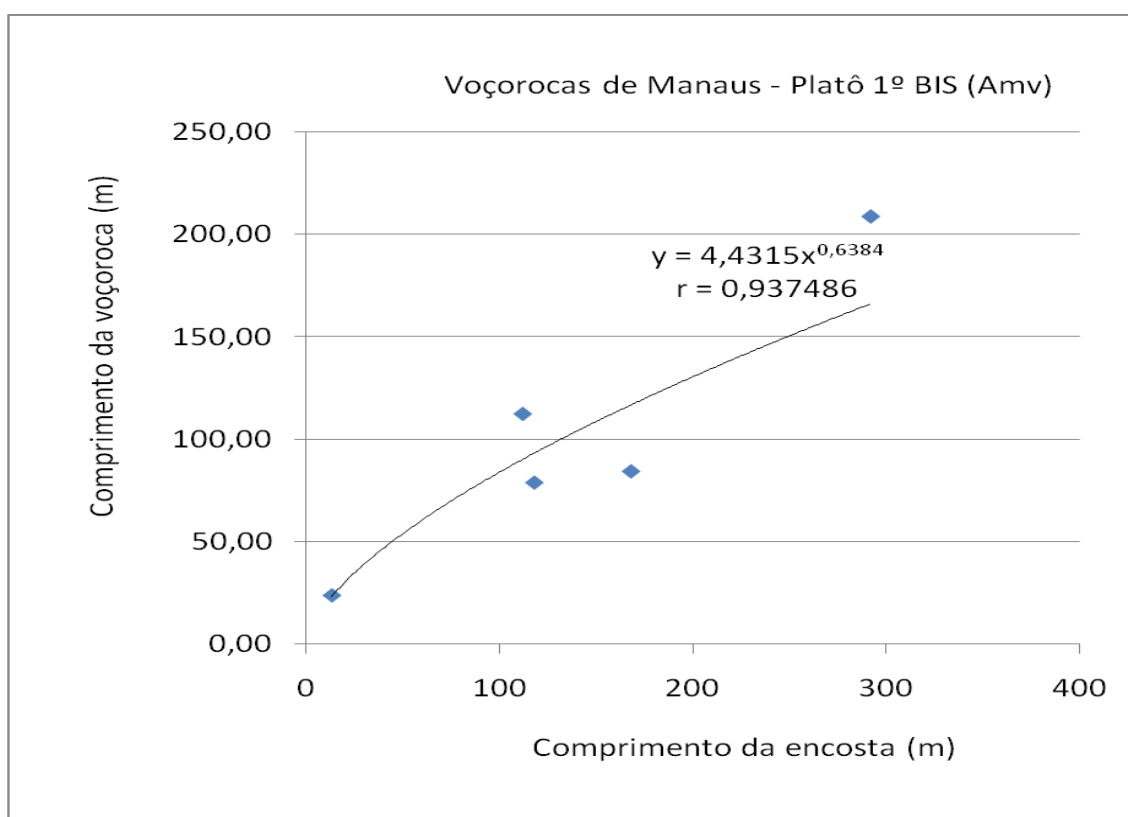


GRÁFICO 9 – Correlação entre comprimento da encosta e comprimento da voçoroca – Platô 1º. BIS (Amv)

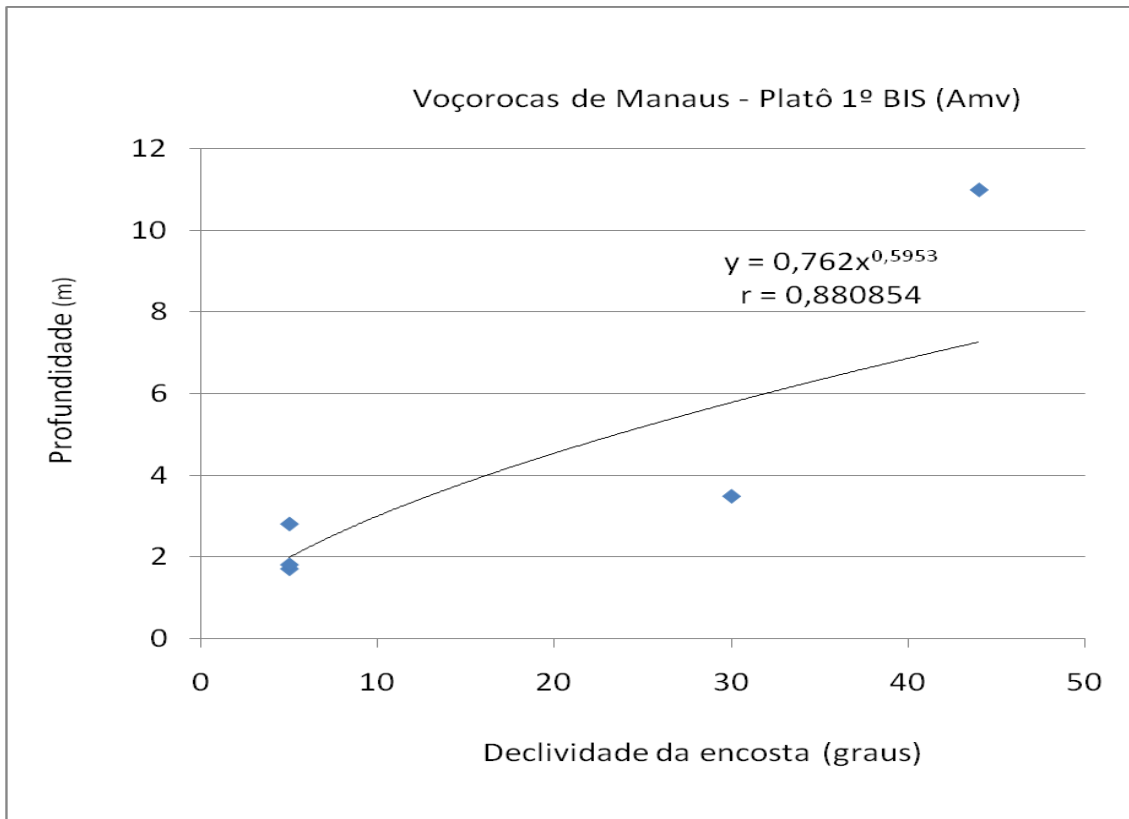


GRÁFICO 10 – Correlação entre declividade da encosta e profundidade da voçoroca – Platô 1º. BIS (Amv)

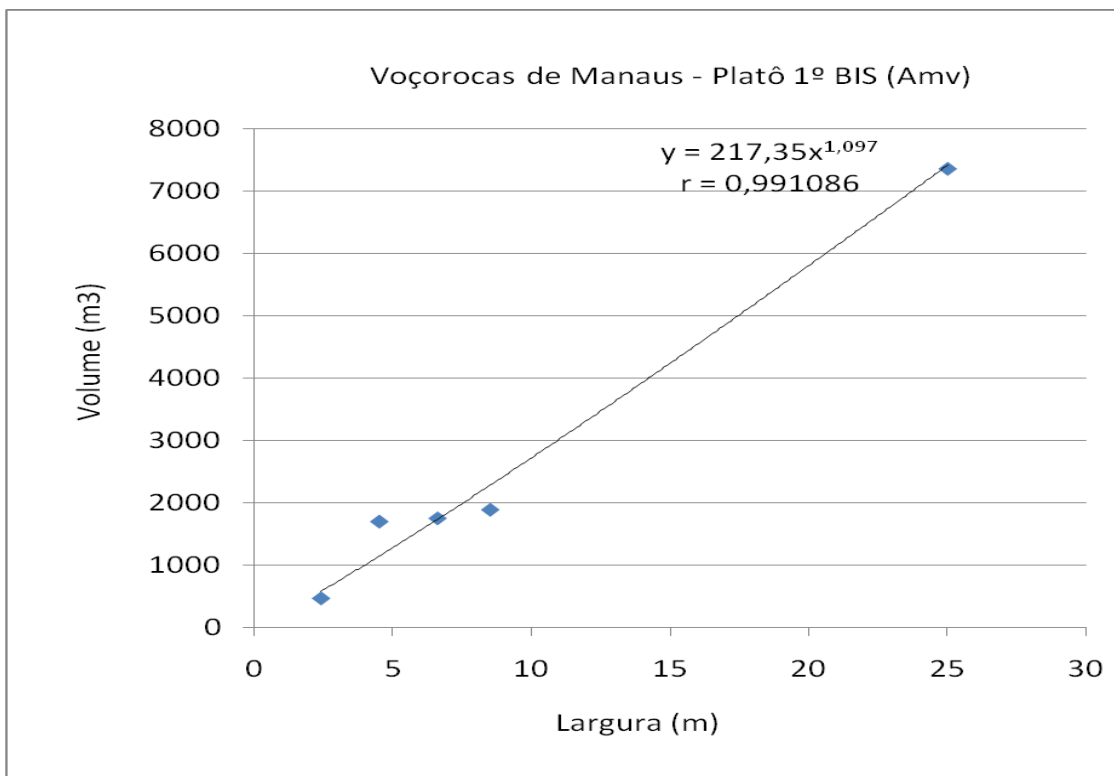


GRÁFICO 11 – Correlação entre largura da voçoroca e volume erodido - Platô 1º. BIS (Amv)

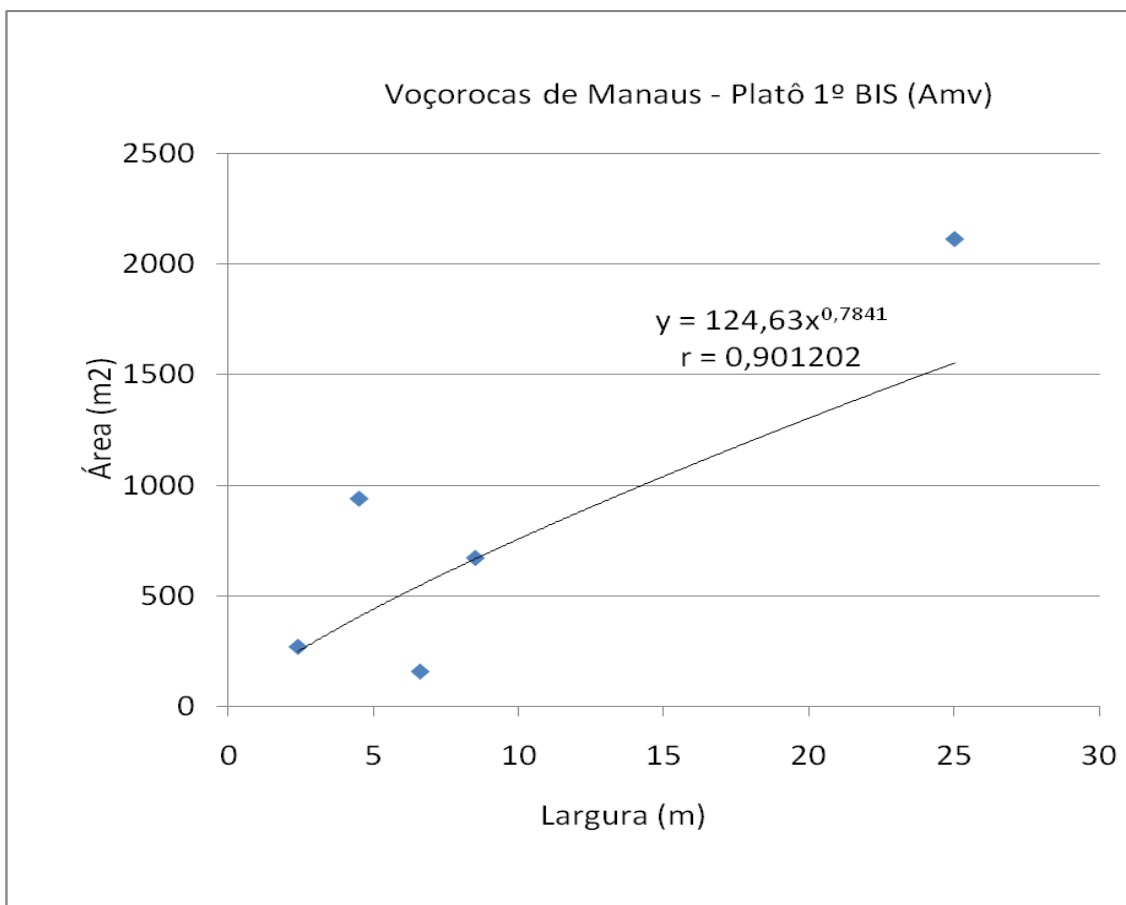


GRÁFICO 12 – Correlação entre largura da voçoroca e área erodida – Platô 1º BIS (Amv)

No Platô Norte, o volume erodido está fortemente relacionado à largura e à profundidade da voçoroca, principalmente no estágio inicial de evolução da incisão (**GRÁFICO 13 e 14**). A área erodida apresenta correlação maior com a largura (**GRÁFICO 15**) e menor com o comprimento da incisão (**GRÁFICO 16**). Nesse platô, as variáveis métricas que melhor se correlacionaram foram largura e profundidade, sobretudo entre aquelas incisões com cerca de 20 m de largura e 6 m de profundidade (**GRÁFICO 17**). No Platô Leste, os dados não resultaram em correlações com valor de $r > 0,6$, apesar de existir ali o maior número de voçorocas. Por outro lado, quando as voçorocas foram separadas pela forma, várias foram as correlações (ver **GRÁFICOS 36 a 39**).

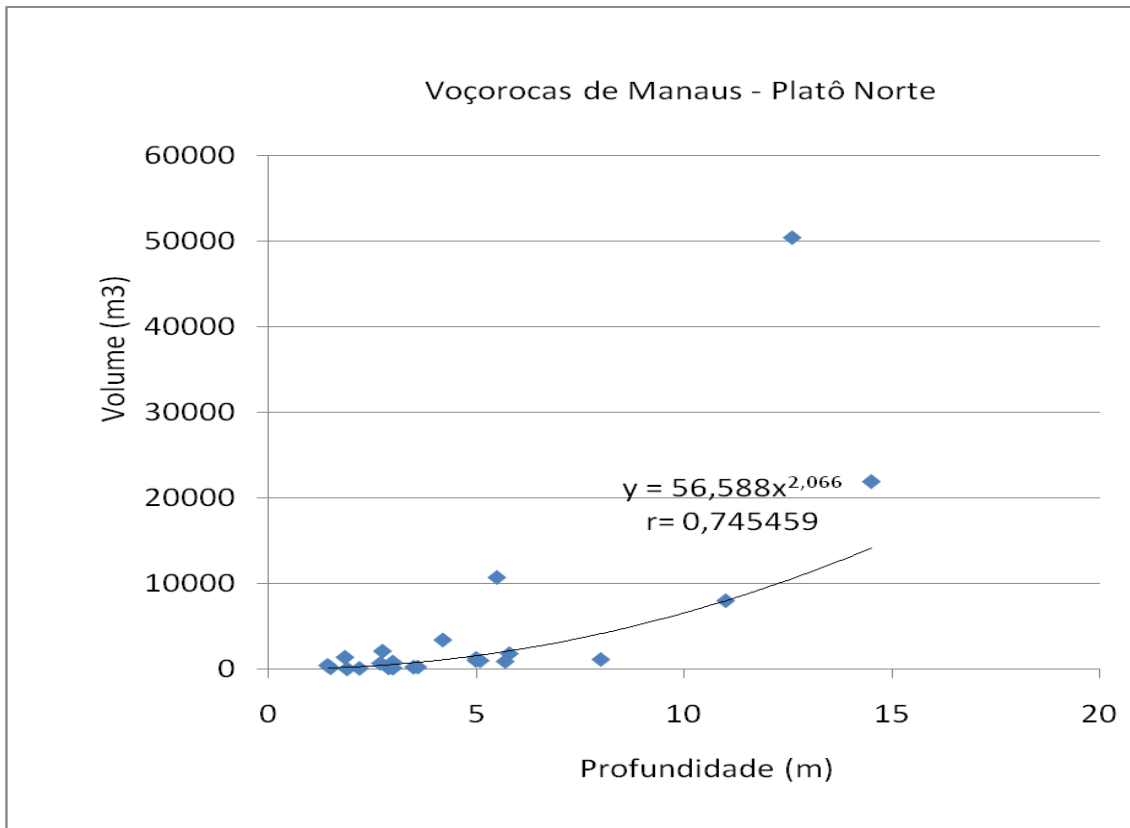


GRÁFICO 13 – Correlação entre profundidade da voçoroca e volume erodido – Platô Norte

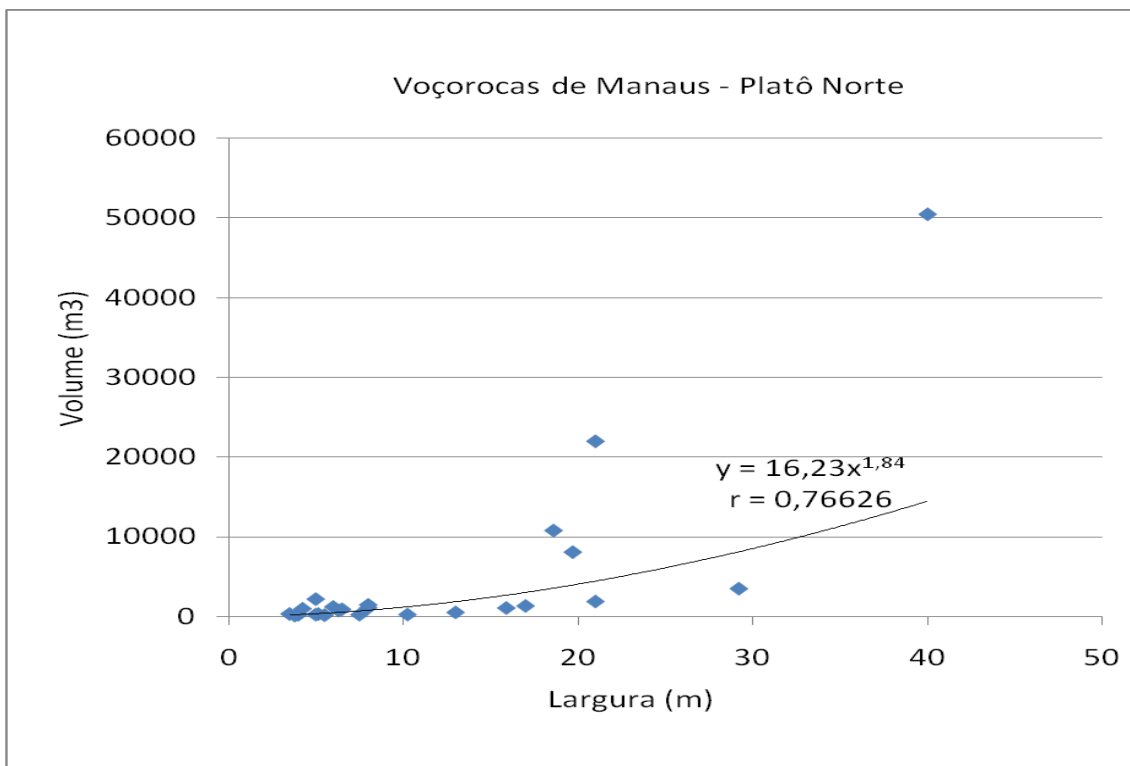


GRÁFICO 14 – Correlação entre largura da voçoroca e volume erodido – Platô Norte

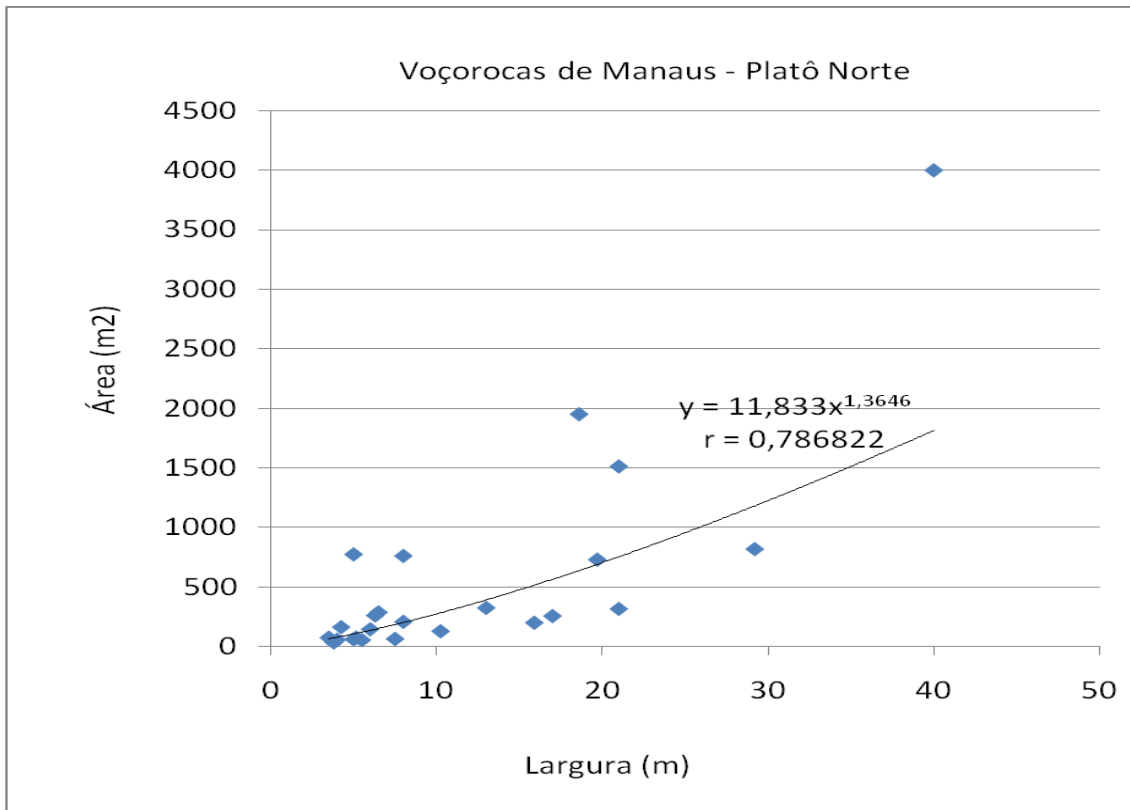


GRÁFICO 15 – Correlação entre largura da voçoroca e área erodida – Platô Norte

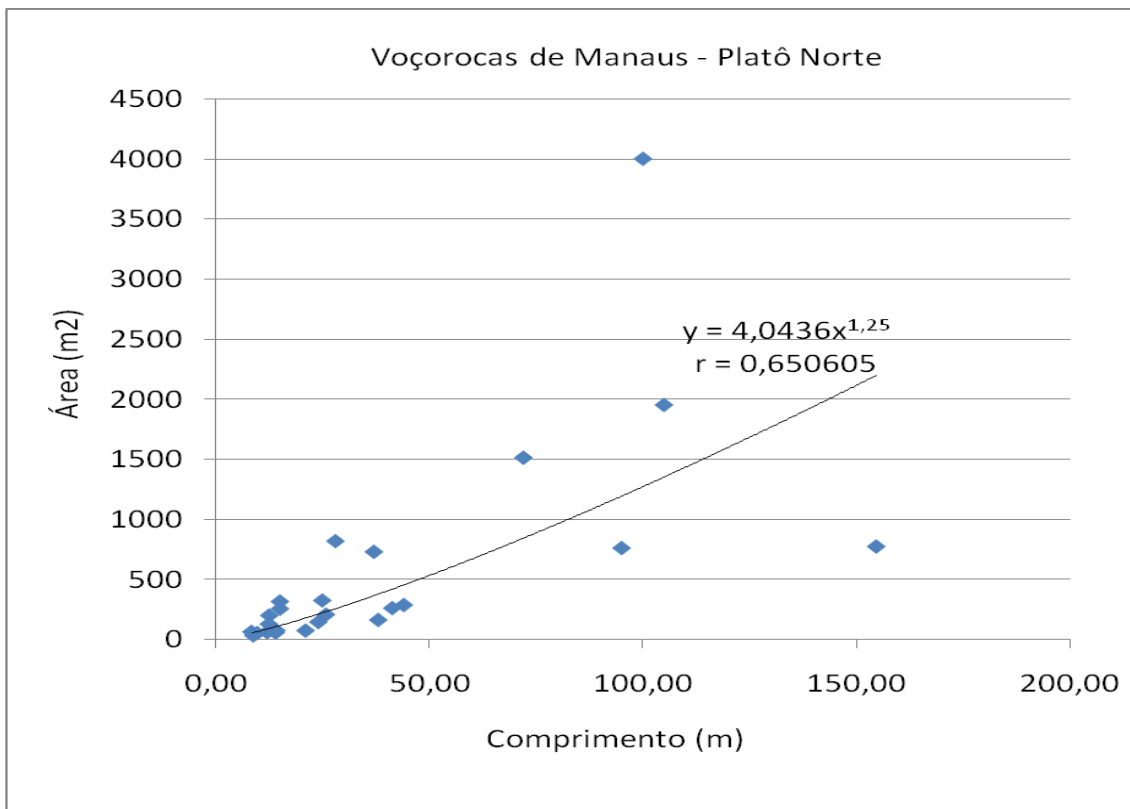


GRÁFICO 16 – Correlação entre comprimento da voçoroca e área erodida – Platô Norte

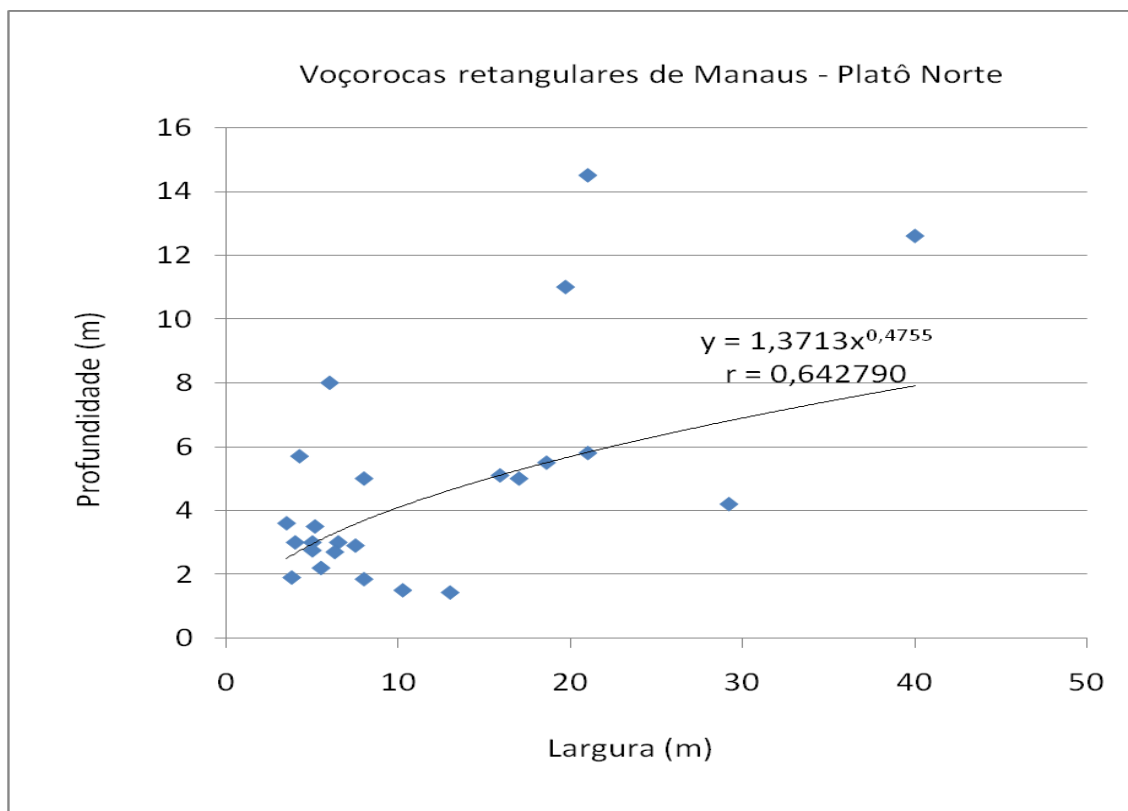


GRÁFICO 17 – Correlação entre largura e profundidade da voçoroca – Platô Norte

As voçorocas foram também analisadas em grupos por forma - retangulares, bifurcadas, ramificadas e lineares - para toda cidade e por platô. Na análise de toda a cidade, as voçorocas retangulares apresentaram boa correlação entre o volume erodido e as variáveis métricas (comprimento, largura e profundidade) principalmente no estágio inicial de evolução, uma vez que ao atingirem o topo da encosta (platô) passam a crescer de forma mais lenta. Por outro lado, quando essas variáveis são correlacionadas entre si, os resultados foram mais significativos (**GRÁFICOS 18 a 20**), especialmente na relação entre profundidade e largura, e como no caso anterior, a relação é mais forte no início do processo, entre 20 m de largura e 10 m de profundidade (**GRÁFICO 21**).

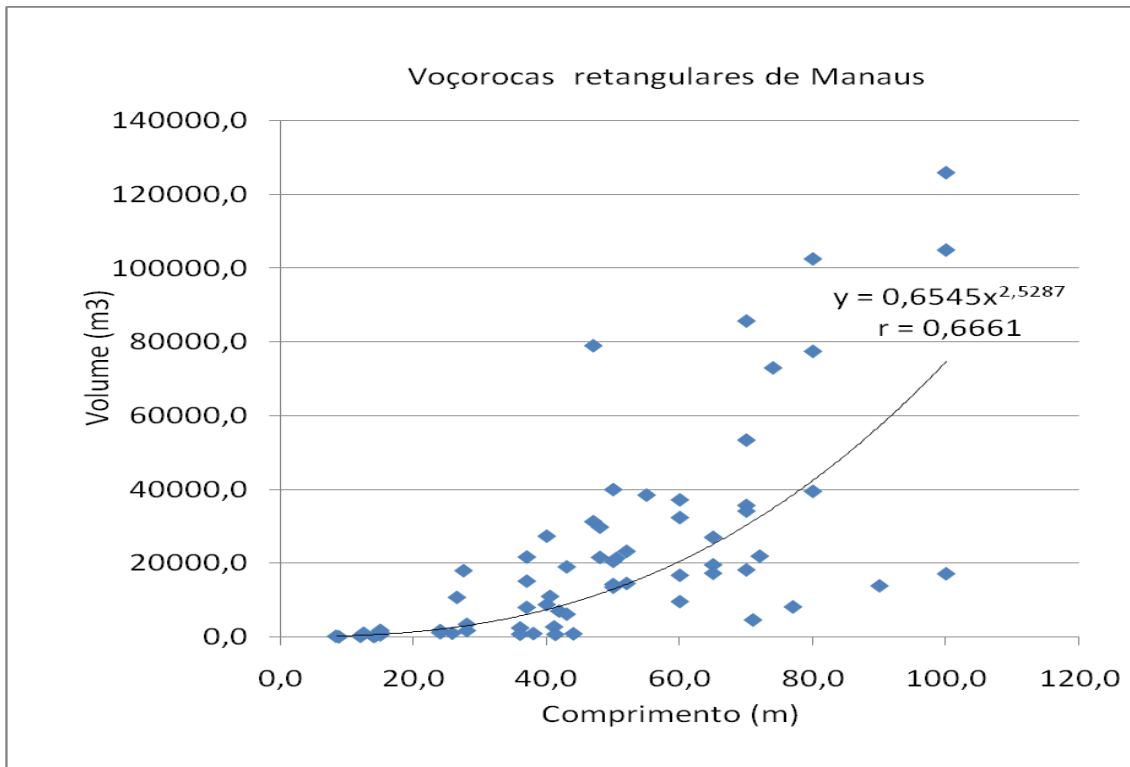


GRÁFICO 18 – Correlação entre comprimento da voçoroca e volume erodido – voçorocas retangulares

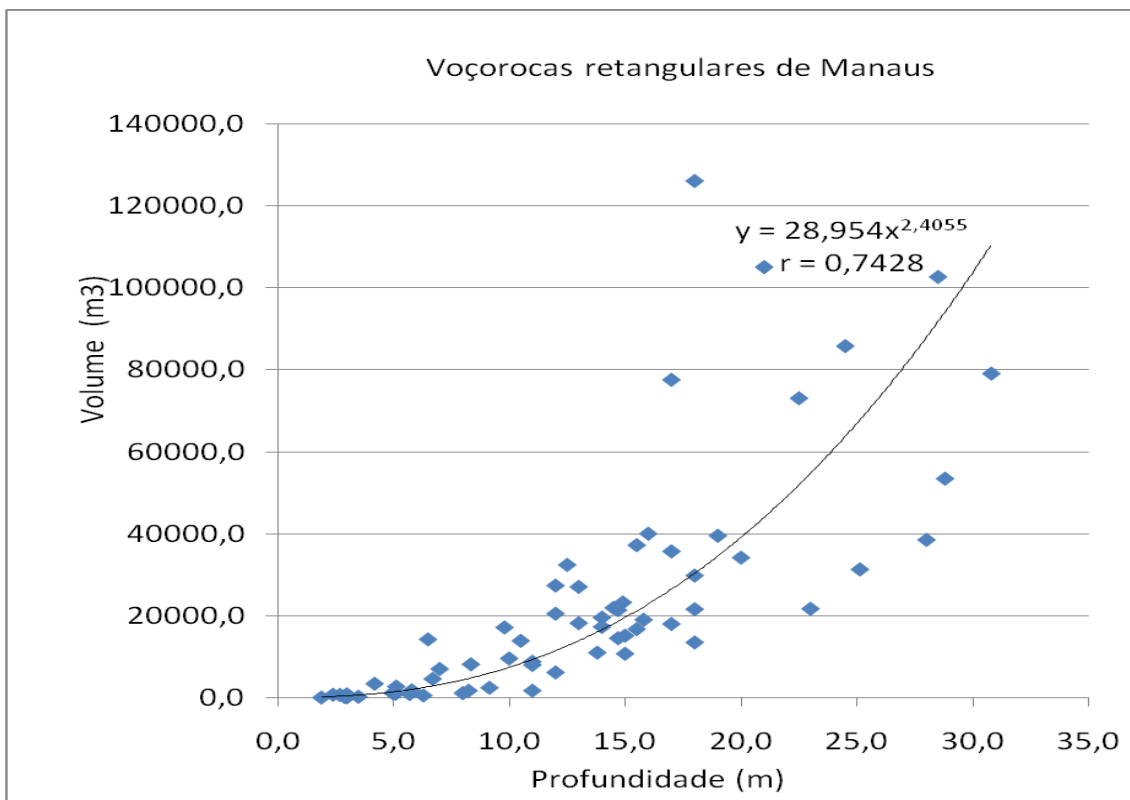


GRÁFICO 19 – Correlação entre profundidade da voçoroca e volume erodido – voçorocas retangulares

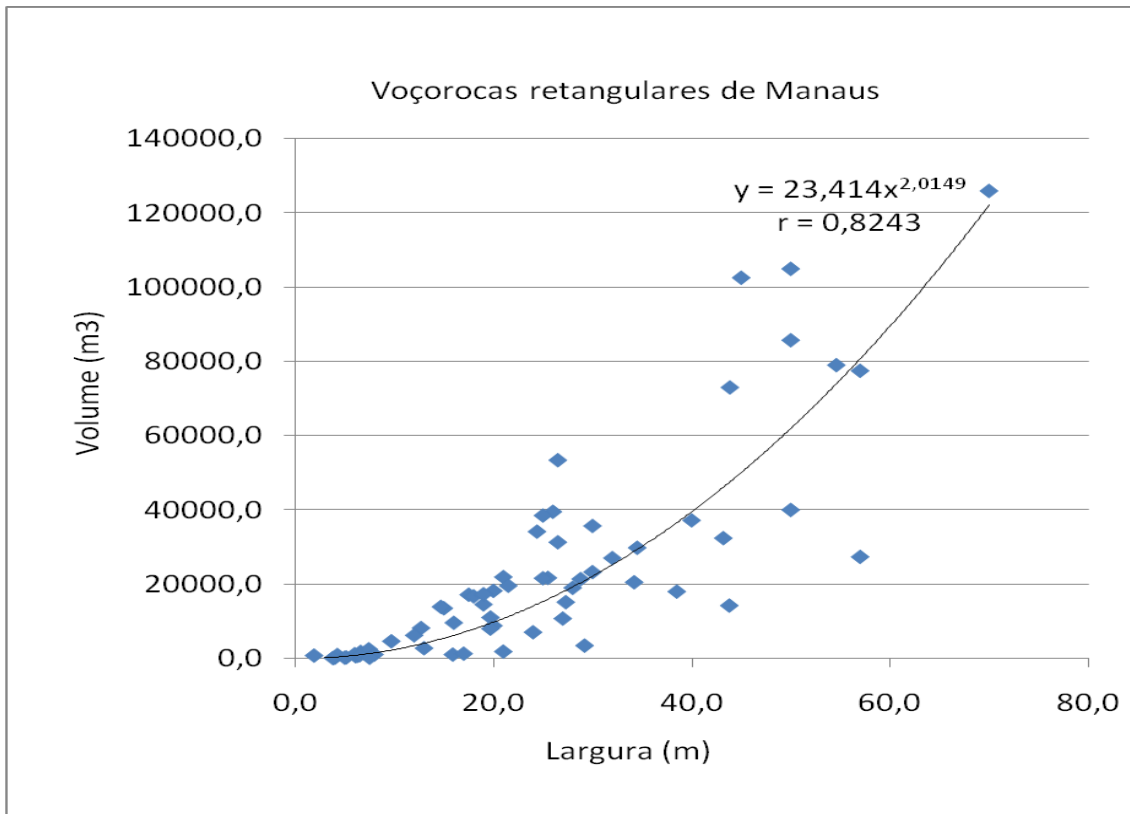


GRÁFICO 20 – Correlação entre largura da voçoroca e volume erodido – voçorocas retangulares

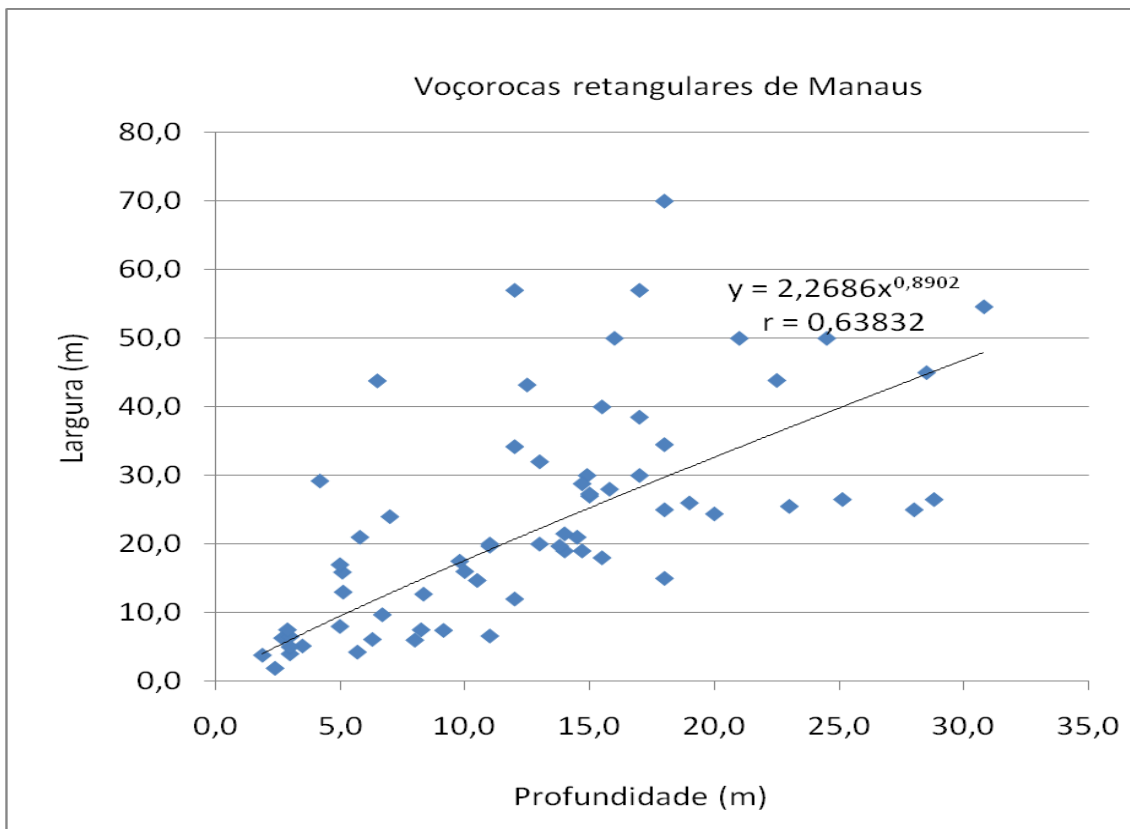


GRÁFICO 21 – Correlação entre profundidade e largura da voçoroca – voçorocas retangulares

As voçorocas bifurcadas apresentaram as melhores correlações, visto que essas continuam num ritmo de evolução considerável, o que resultou em correlações mais altas do volume com a profundidade, largura e comprimento da voçoroca (**GRÁFICOS 22 a 24**). O volume apresenta também uma relação com a declividade da encosta, principalmente no início do processo erosivo, porquanto as incisões erosivas surgem na porção da encosta onde é maior a declividade e conseqüentemente onde ocorre maior perda de material por escoamento concentrado (**GRÁFICO 25**). A declividade influi também na profundidade, na largura e na área erodida. As variáveis métricas das voçorocas bifurcadas se relacionam muito bem entre si (**GRÁFICO 26 e 27**), principalmente a profundidade com a largura da incisão.

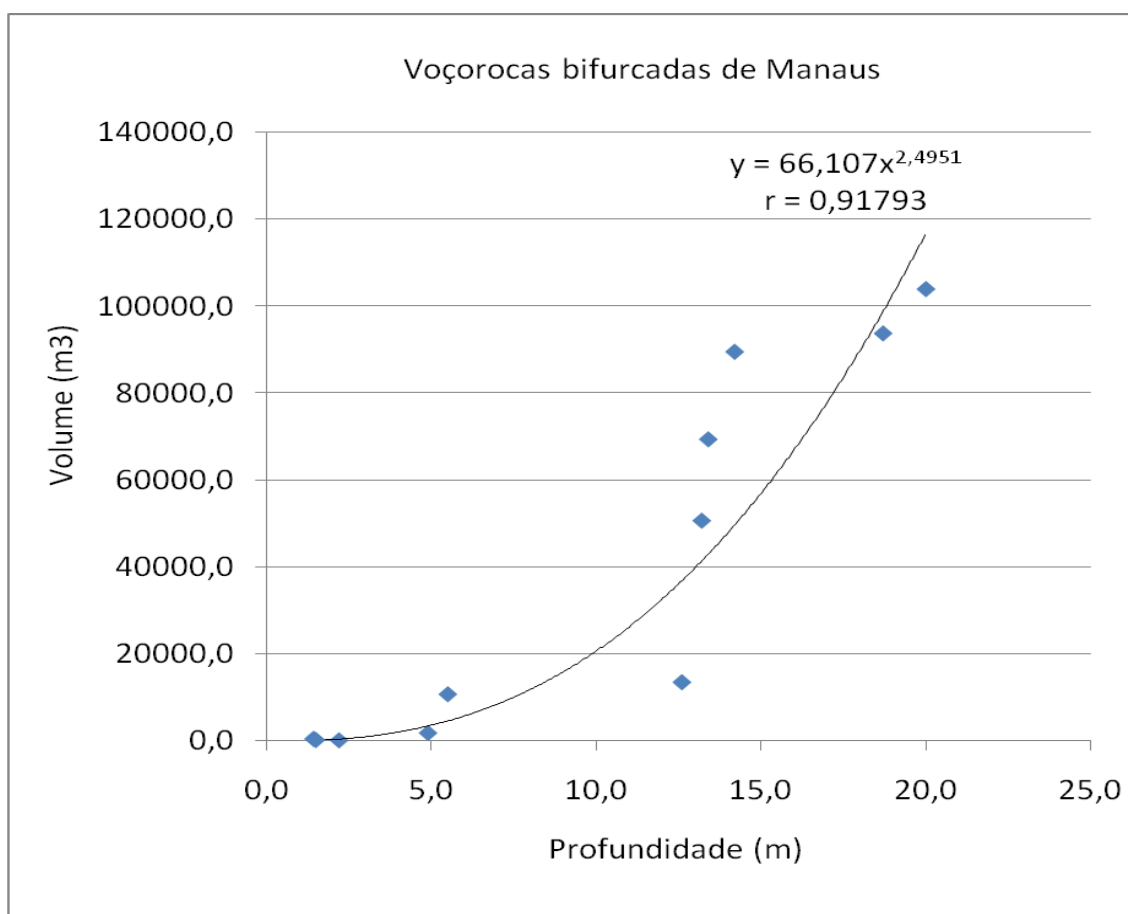


GRÁFICO 22 – Correlação entre profundidade da voçoroca e volume erodido – voçorocas bifurcadas

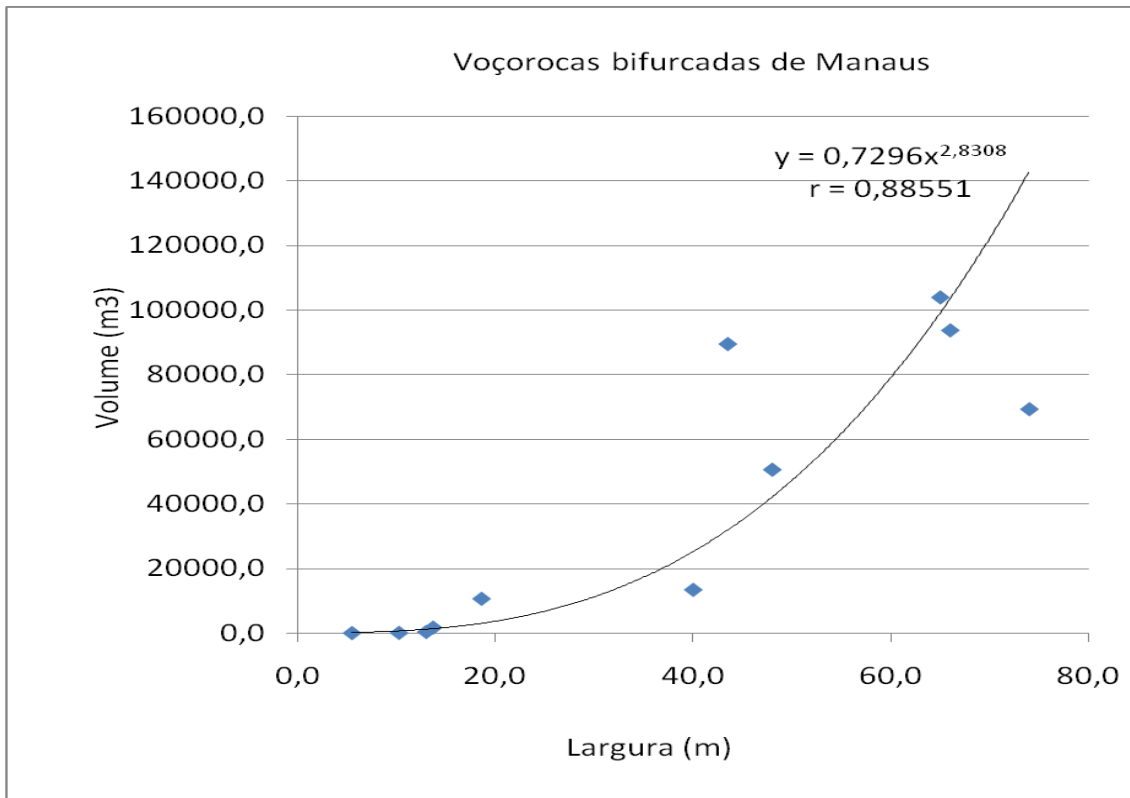


GRÁFICO 23 – Correlação entre largura da voçoroca e volume erodido – voçorocas bifurcadas

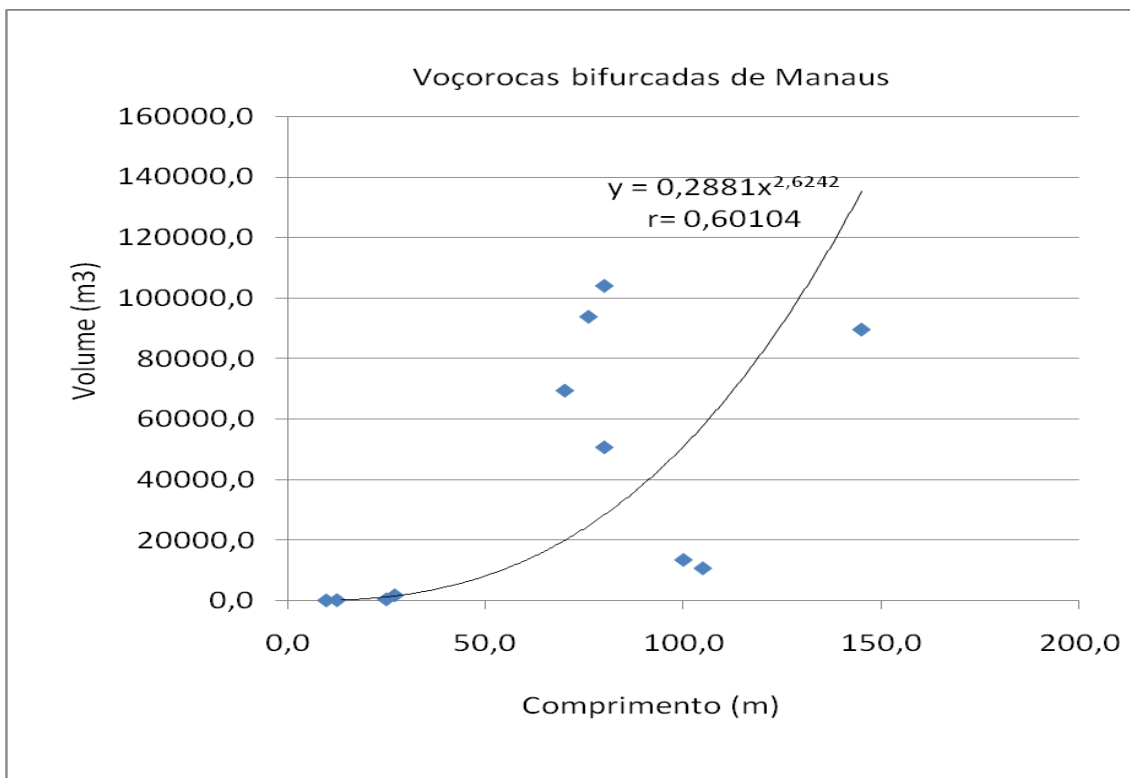


GRÁFICO 24 – Correlação entre comprimento da voçoroca e volume erodido – voçorocas bifurcadas

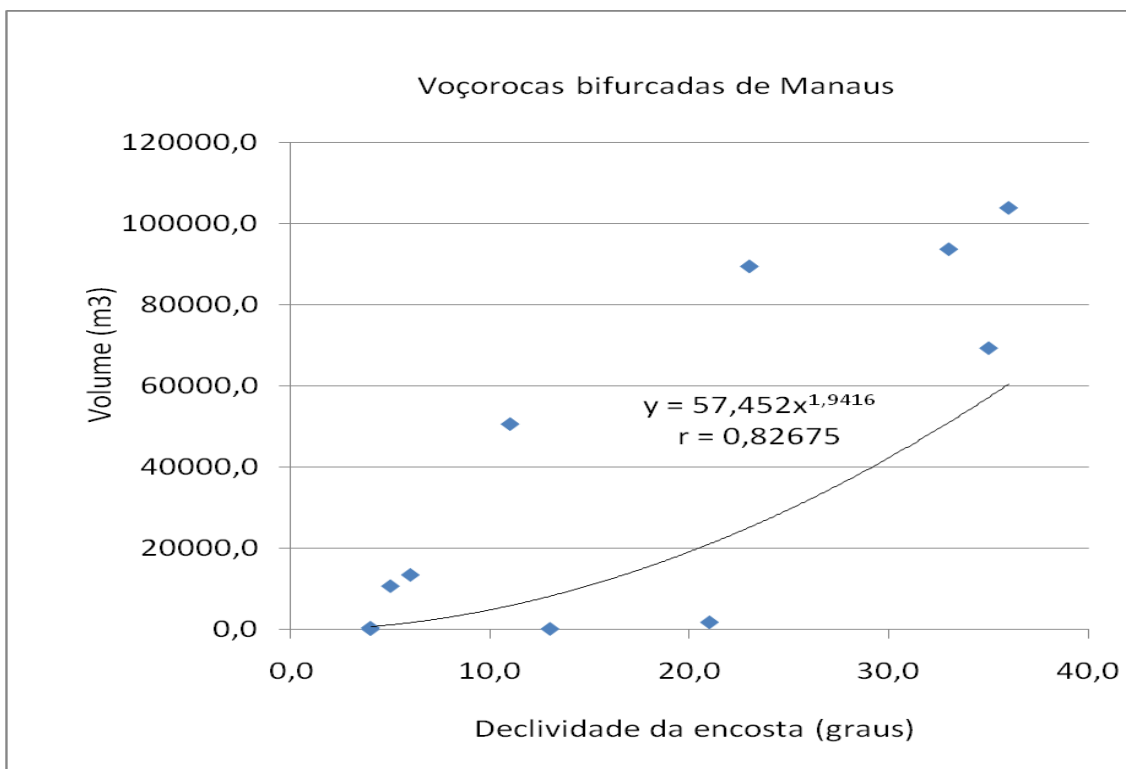


GRÁFICO 25 – Correlação entre declividade da encosta e volume erodido – voçorocas bifurcadas

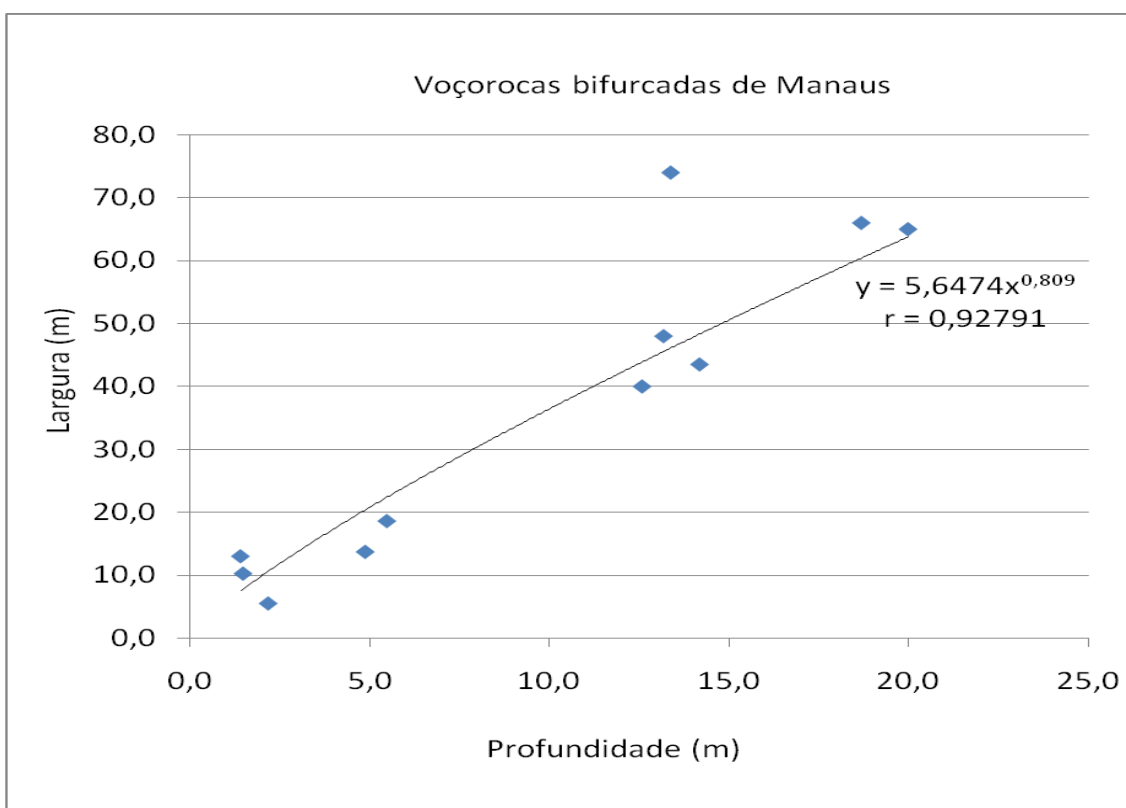


GRÁFICO 26 – Correlação entre profundidade e largura da voçoroca – voçorocas bifurcadas

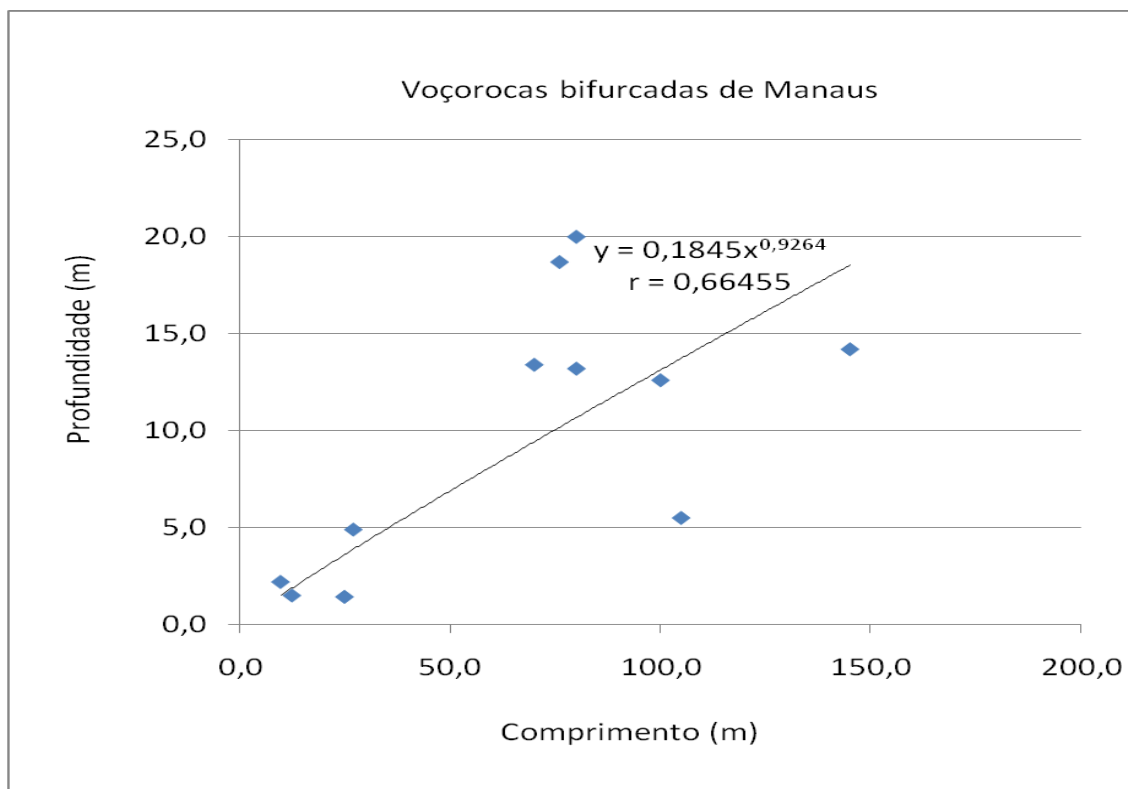


GRÁFICO 27 – Correlação entre comprimento e profundidade da voçoroca – voçorocas bifurcadas

Nas voçorocas ramificadas o volume tem maior relação com a profundidade e a largura, porque grande quantidade de fluxos concentrados que convergem em diversos pontos para o interior da incisão, promovendo sua expansão em várias direções, tornam-na mais larga e também mais profunda (**GRÁFICO 28 e 29**).

As lineares apresentaram uma relação do comprimento da voçoroca com o volume erodido e isso é confirmado em campo devido a esse tipo de incisão erosiva apresentar geralmente pouca profundidade e largura, sendo o comprimento a característica principal de sua diferenciação (**GRÁFICO 30**).

Na análise feita por platôs e separadas pelas formas, no Platô 1^o. BIS (Amv) a ramificada foi a única forma que possibilitou fazer correlações, uma vez que as outras voçorocas apresentavam formas distintas, sendo 1 retangular e 1 linear. Embora não se aprofunde a discussão a esse respeito, porque o pequeno número de amostras inviabiliza um resultado mais acurado, os gráficos com resultados de $r > 0,6$ das 3 voçorocas ramificadas encontram-se no **ANEXO 11**. As voçorocas ramificadas desse platô indicam relação mais

forte entre o comprimento da encosta e o comprimento da voçoroca, entre a largura, profundidade e o volume erodido e entre o comprimento da voçoroca e a área erodida.

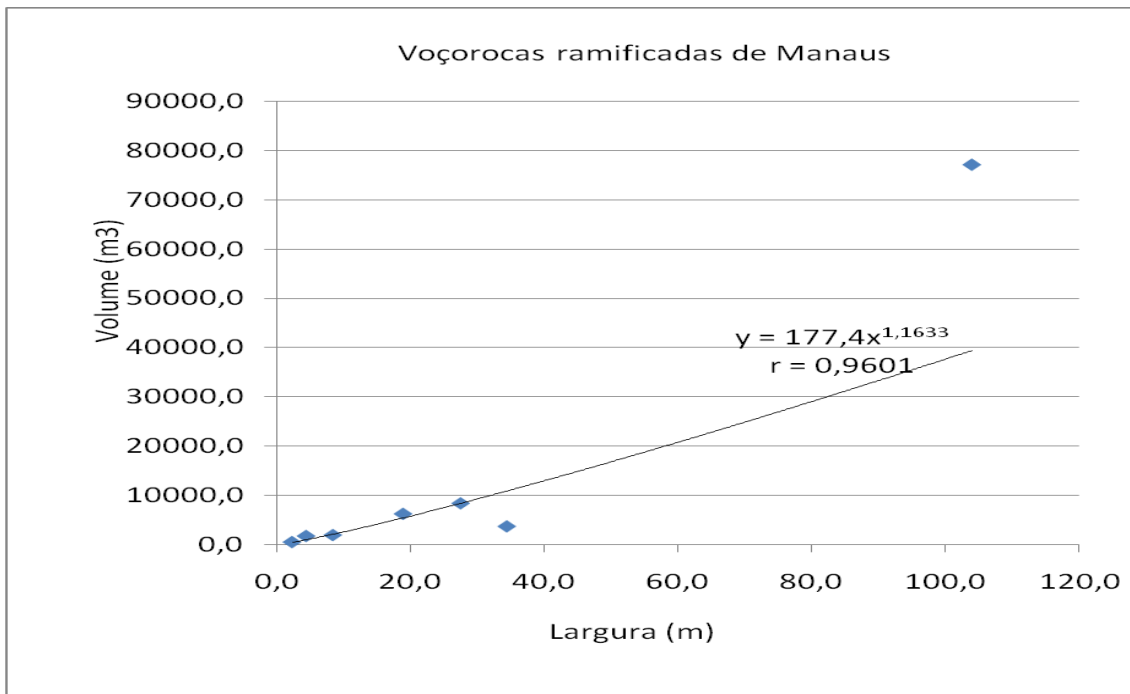


GRÁFICO 28 – Correlação entre largura da voçoroca e volume erodido – voçorocas ramificadas

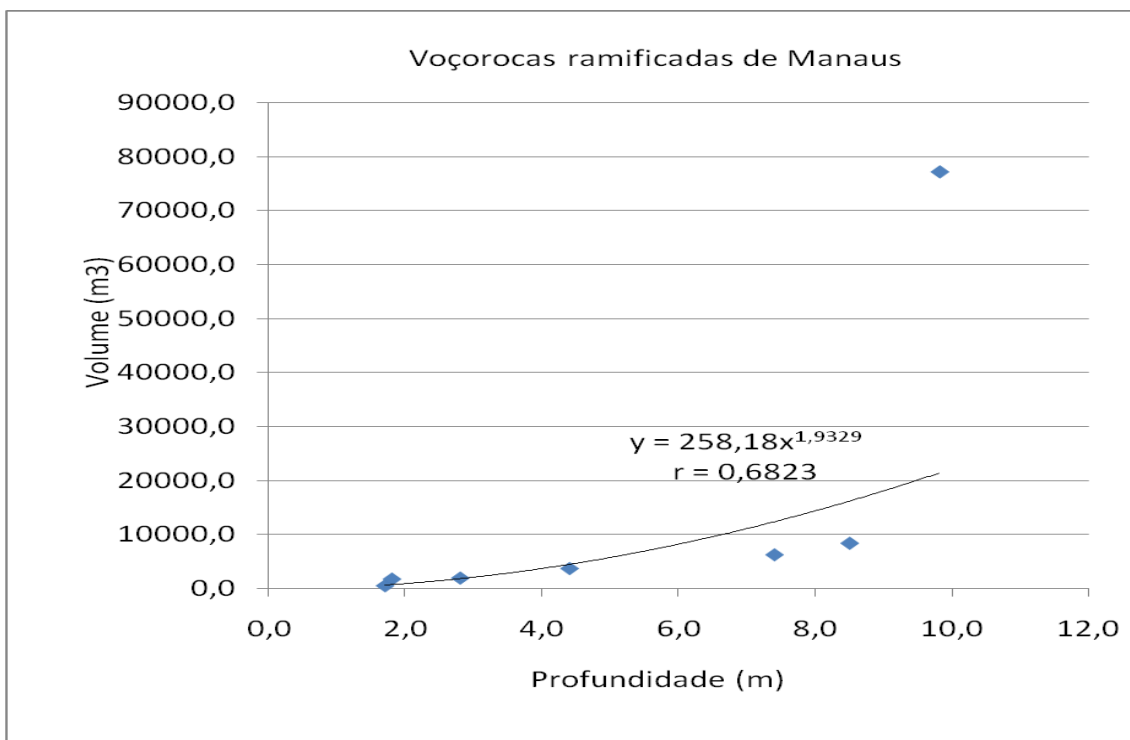


GRÁFICO 29 – Correlação entre profundidade da voçoroca e volume erodido – voçorocas ramificadas

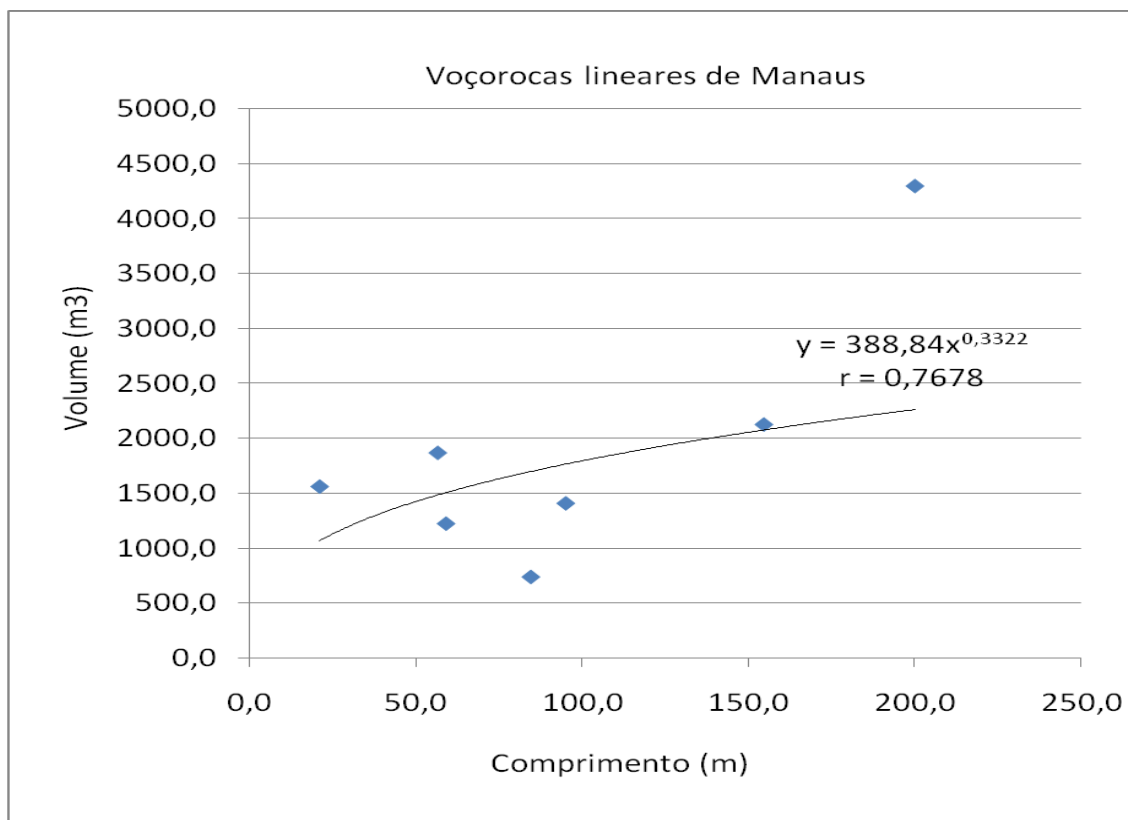


GRÁFICO 30 – Correlação entre comprimento da voçoroca e volume erodido – voçorocas lineares

No Platô Norte as voçorocas retangulares apresentam uma relação entre a profundidade e a largura, principalmente no início do surgimento dessas incisões (**GRÁFICO 31**). A declividade influi também no estágio inicial de expansão das voçorocas retangulares (**GRÁFICOS 32 e 33**), refletindo na área (**ANEXO 11**) e no volume erodido. O volume erodido desse platô apresenta maior relação com o comprimento e com a profundidade da incisão (**GRÁFICO 34 e 35**).

As voçorocas bifurcadas nesse platô são apenas 5 e se caracterizam por sua intensa atividade. Em razão disso, as correlações entre as variáveis métricas, área e volume erodidos resultaram em valores altos (**ANEXO 11**). O mesmo ocorre com as 3 voçorocas lineares desse platô, as quais demonstraram forte correlação entre o comprimento e o volume erodido, comprimento e área (**ANEXO 11**). Esses resultados devem-se à forma alongada da incisão, ou seja, maior comprimento em detrimento da largura e da profundidade. Nesse tipo de incisão percebeu-se também estreita ligação entre comprimento e declividade da encosta (**ANEXO 11**).

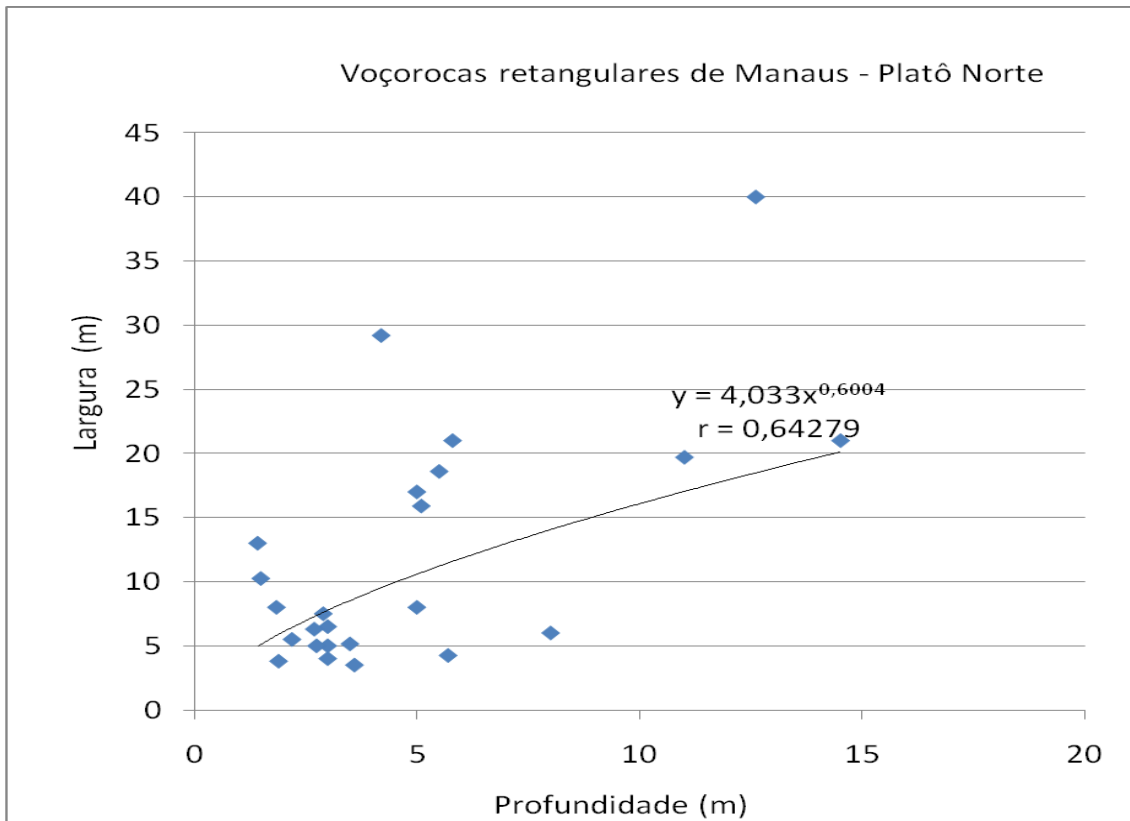


GRÁFICO 31 – Correlação entre largura e profundidade da voçoroca – voçorocas retangulares / Platô Norte

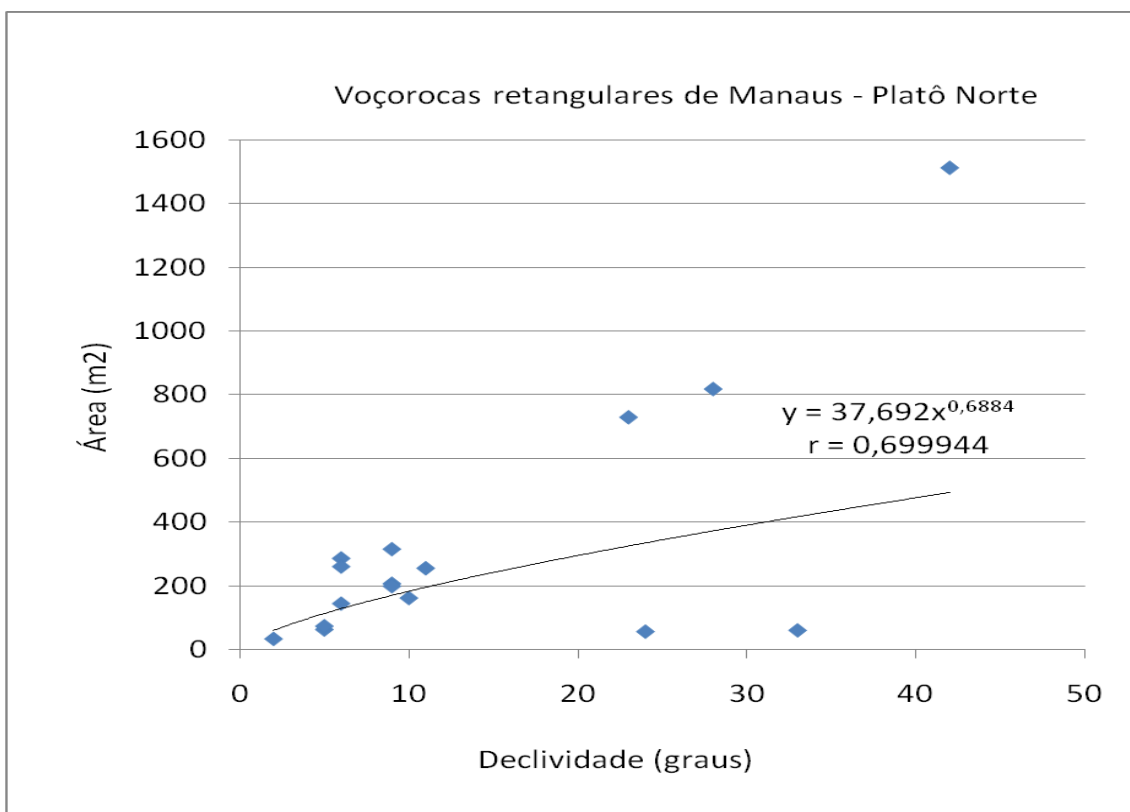


GRÁFICO 32 – Correlação entre declividade da encosta e área erodida – voçorocas retangulares / Platô Norte

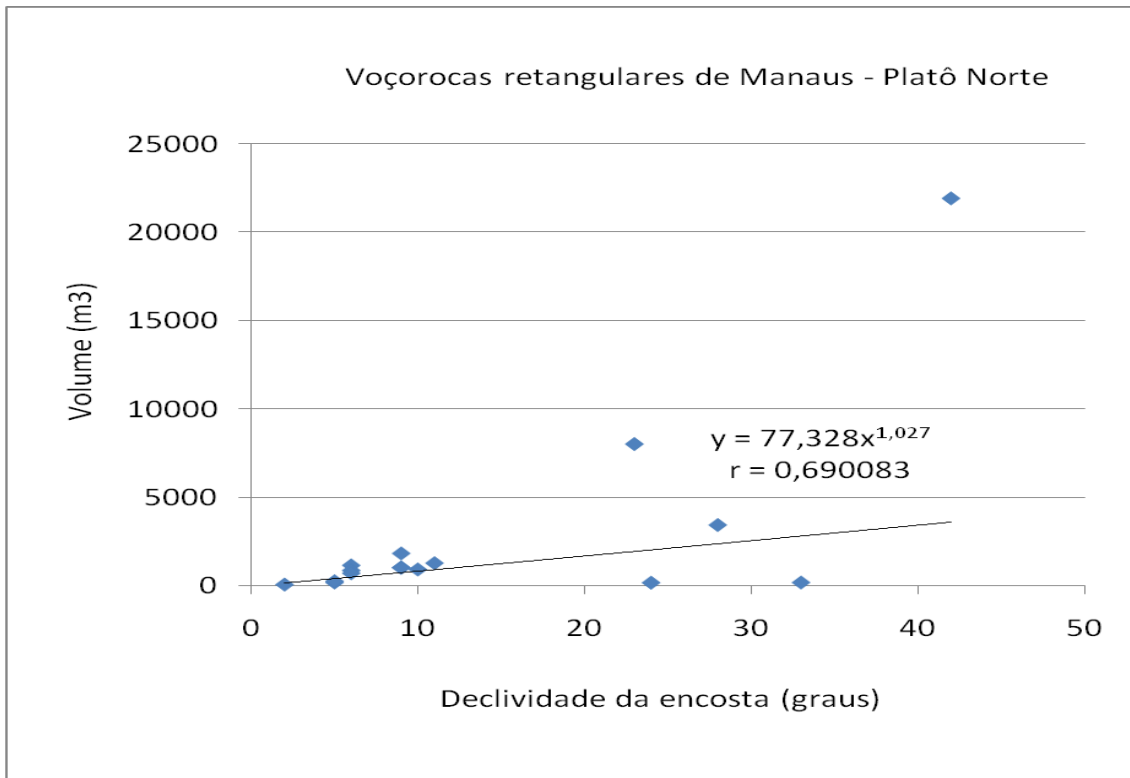


GRÁFICO 33 – Correlação entre declividade da encosta e volume erodido – voçorocas retangulares / Platô Norte

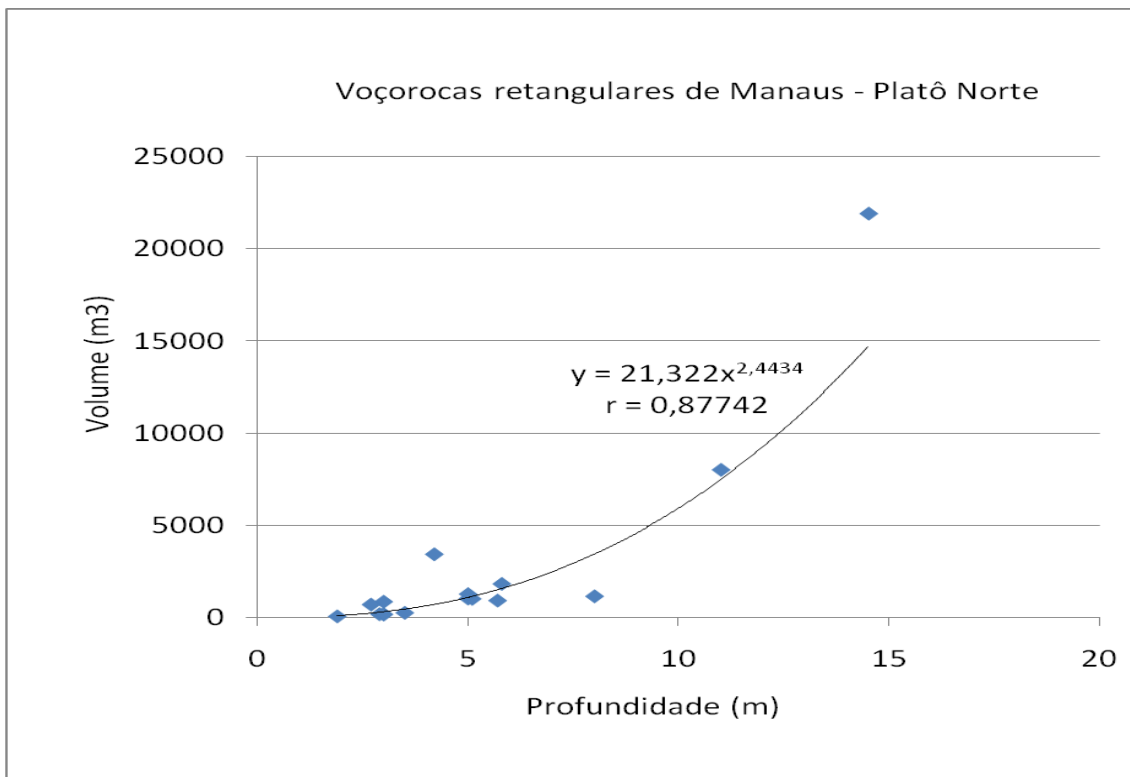


GRÁFICO 34 – Correlação entre profundidade da voçoroca e volume erodido – voçorocas retangulares / Platô Norte

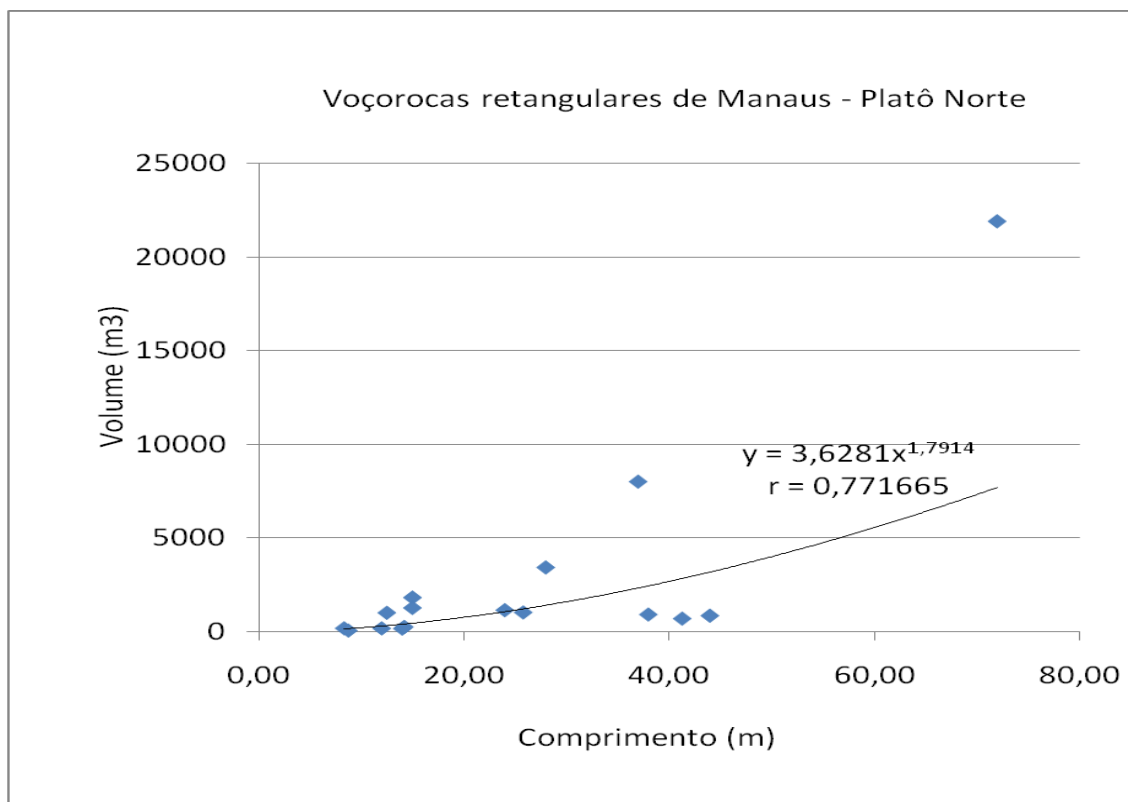


GRÁFICO 35 – Correlação entre comprimento da voçoroca e volume erodido – voçorocas retangulares / Platô Norte

Embora as voçorocas bifurcadas (n=6), ramificadas (n=4) e lineares (n=3) existentes no Platô Leste não totalizem um grande número, a análise sugere que, em função das condições naturais desse platô, há forte relação dessas incisões com a declividade e com o comprimento da encosta. O volume e a área erodida são expressivos quando correlacionados às variáveis métricas dessas incisões (**ANEXO 11**).

Conforme já discutido, as voçorocas retangulares são incisões cuja evolução encontra-se próxima de seu ápice ou já o atingiu. Portanto, as condições de relevo, influem mais fortemente no estágio inicial de evolução. Após atingirem o estágio de equilíbrio, passam a receber mais influência de outros condicionantes, como o escoamento concentrado oriundo dos sistemas de drenagem, por exemplo.

As correlações realizadas com esse grupo de incisões no Platô Leste resultou em maior relação da área erodida com largura e comprimento da incisão no estágio inicial de evolução (**GRÁFICOS 36 e 37**). O volume erodido apresentou relação mais forte com a profundidade e a largura da incisão,

também no estágio inicial de evolução da voçoroca (**GRÁFICOS 38 e 39**). Por outro lado, o volume não apresentou significativa relação com o comprimento da incisão, fato que pode ser explicado pelo menor comprimento das encostas nesse platô. Em resumo, as voçorocas retangulares no Platô Leste são profundas e largas.

Pelo exposto, é possível levantar a hipótese de que a maioria das voçorocas em Manaus desenvolvem-se no Platô Leste, principalmente em função das características do relevo (grande declividade das encostas com perfil longitudinal convexo e menor comprimento), ou seja, mais dissecado, característica confirmada pelos mapas 6 (Declividade), 7 (Modelo Digital do Terreno) e 8 (Bacias urbanas). A existência de um grande número de voçorocas retangulares (n=49) nesse platô também confirma a influência do relevo no desenvolvimento dessas incisões, uma vez que as retangulares apresentam uma relação maior a forma dissecada do relevo ou estão ligadas a um tempo maior de existência.

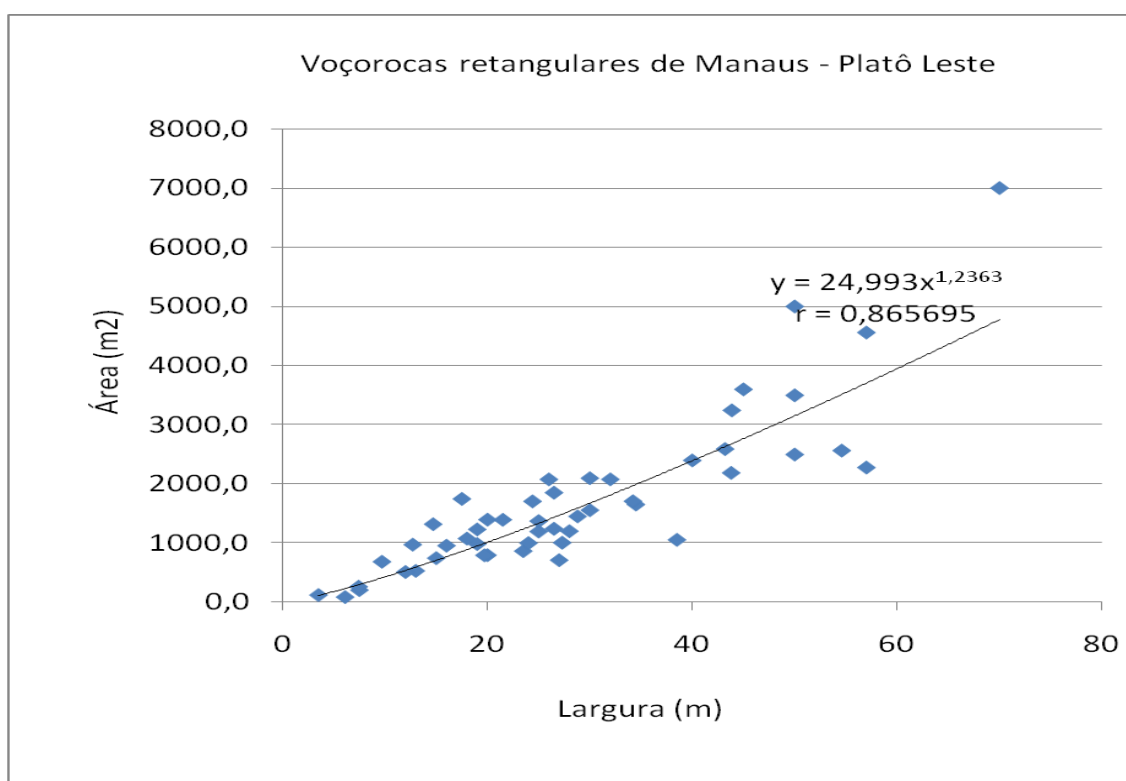


GRÁFICO 36 – Correlação entre largura da voçoroca e área erodida – voçorocas retangulares – Platô Leste

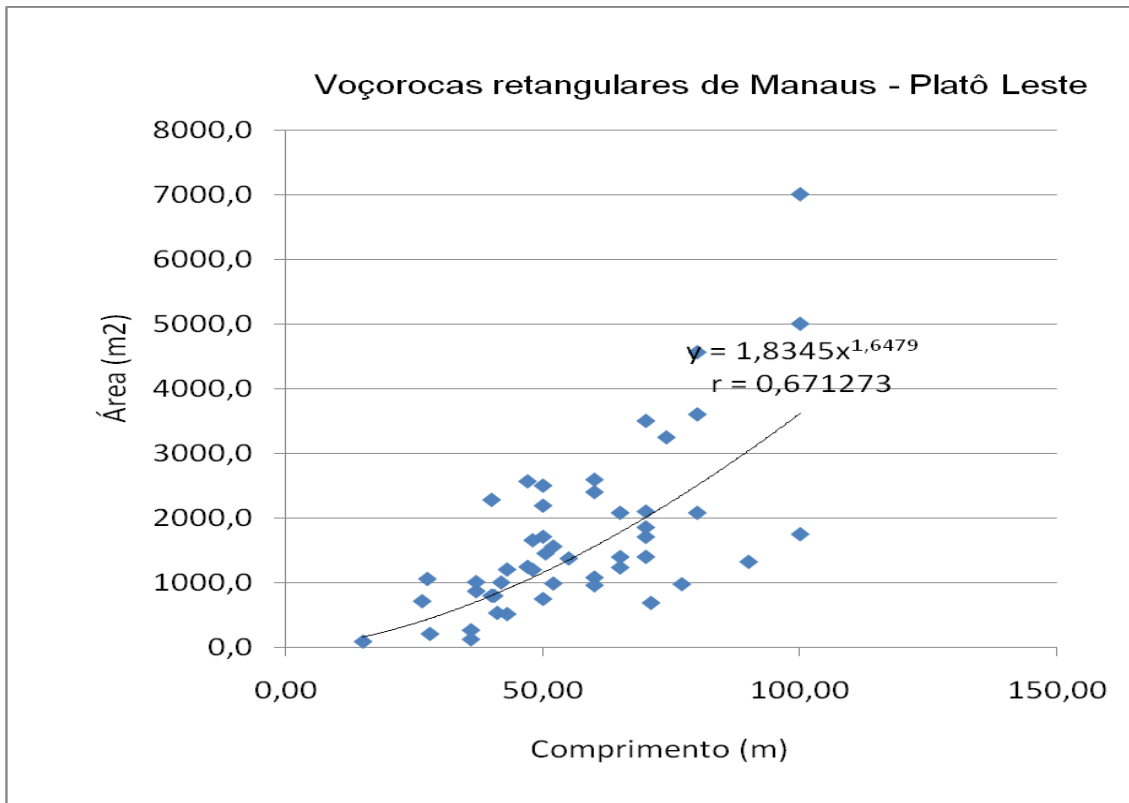


GRÁFICO 37 – Correlação entre comprimento da voçoroca e área erodida – voçorocas retangulares / Platô Leste

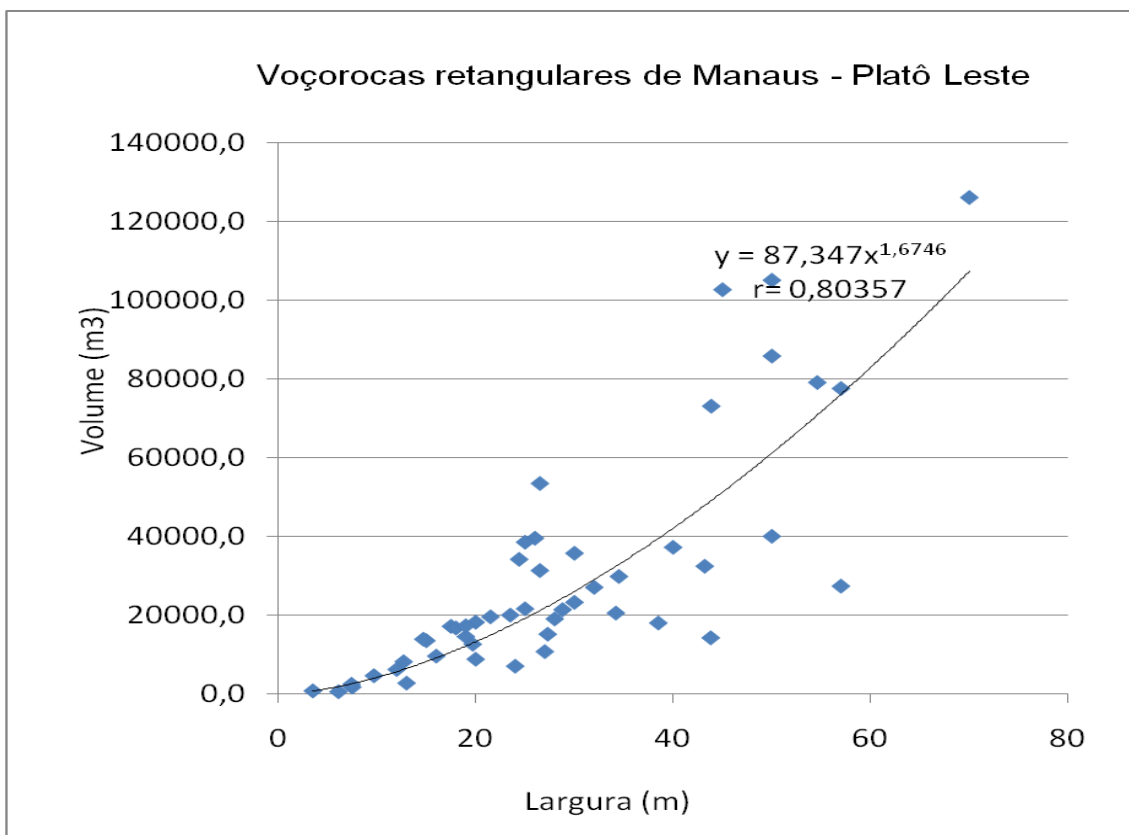


GRÁFICO 38 – Correlação entre largura da voçoroca e volume erodido – voçorocas retangulares – Platô Leste

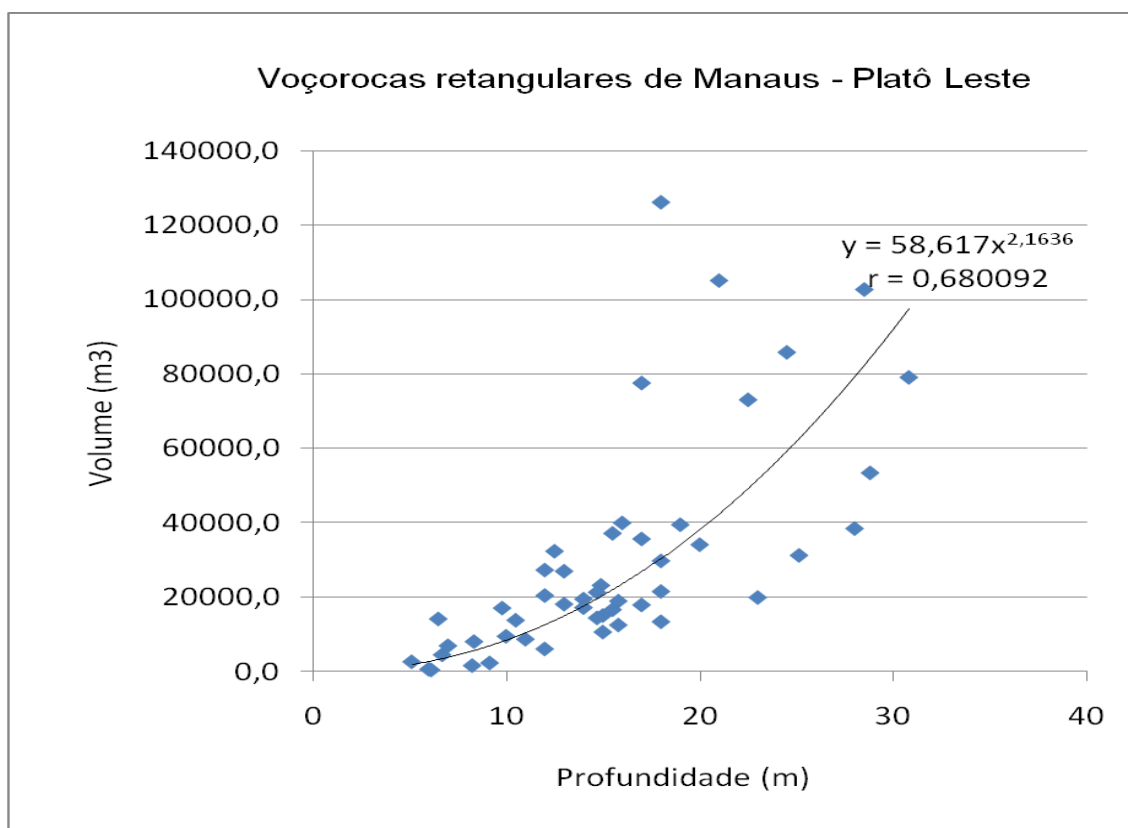


GRÁFICO 39 – Correlação entre profundidade da voçoroca e volume erodido – voçorocas retangulares / Platô Leste

4.2. VARIÁVEIS AMBIENTAIS E USO DO SOLO NAS ÁREAS DE OCORRÊNCIA DE VOÇOROCAS

4.2.1. Influência da Geologia (Litologia e Estrutura)

No que se refere a Geologia (Litologia), as incisões cadastradas ocorrem sobre a Formação Alter do Chão. Como já descrito no Capítulo 1, essa litologia abrange a quase totalidade do sítio urbano, com exceção de uma pequena parcela próxima às margens do rio Tarumã Açu na porção extremo oeste onde aflora a Formação Solimões. Ambas as formações são de origem sedimentar e os arenitos resultantes, apesar de serem utilizados na construção civil, apresentam baixa capacidade cimentante (NAVA, 1999). Essa baixa resistência a erosão foi percebida em algumas voçorocas, que continuaram entalhando seu canal nessa rocha após se aprofundarem até atingir o Arenito Manaus.

Verificando direção de evolução das voçorocas em Manaus e comparando com os principais lineamentos estruturais descritos por Igreja (2000) para Manaus (NE-SO, NO-SE, E-O, OSO-ENE, ONO-ESE e S-N) percebeu-se que do total de 91 incisões cadastradas, 41 (45 %) apresentam a mesma direção das juntas e falhas locais; 7 (7,7 %) coincidem exclusivamente com a direção do sistema de drenagem artificial; 40 (44 %) apresentam direção em que o sentido da drenagem coincide com o das juntas e falhas da região de Manaus e 3 (3,3%) não apresentam nenhuma coincidência com a direção dos lineamentos estruturais e tampouco com a drenagem artificial (**ANEXO 12**).

A evolução das voçorocas em Manaus ocorre em quase todas as direções, com exceção das direções NNO-SSE, ENE-OSO e OSO-ENE (**FIGURA 30**). Percebe-se que tal evolução segue 4 direções principais: E-O (n=11), O-E (n=11), NO-SE (n=11) e SE-NO (n=11), o que corresponde a 48,3 % (n=44) do total (n=91). Essas 4 direções principais correspondem a dois feixes de orientação das estruturas locais (E-O e SE-NO). As coincidências de direção de evolução de algumas incisões erosivas com os principais lineamentos estruturais de Manaus não configuram necessariamente controle estrutural. Um controle estrutural, além da observação direta em campo exigiria verificação em mapa que detalhasse o desenvolvimento das voçorocas nos lineamentos estruturais, para confirmar a relação falhas/juntas *versus* direcionamento das voçorocas.

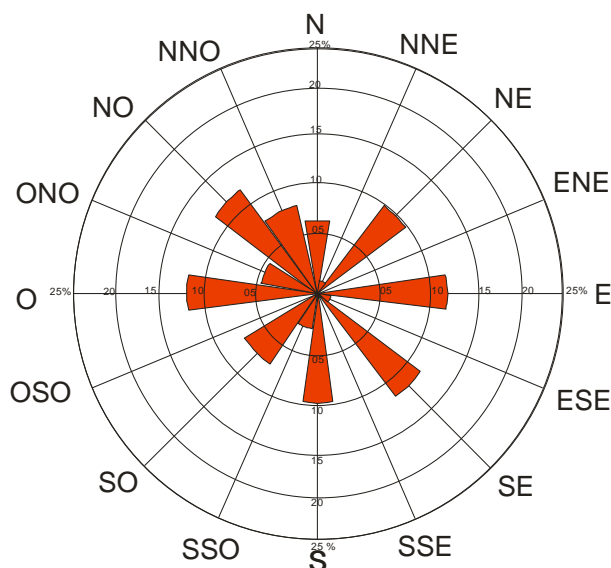


FIGURA 30 – Direção de evolução das voçorocas em Manaus (AM)

4.2.2. Solos

Outro aspecto diz respeito aos solos¹⁴ (Latosolos, Argissolos e Espodossolos) que se desenvolvem sobre essa formação geológica (Alter do Chão) e onde predomina o Latossolo Amarelo. Ocorrem, portanto, em menor proporção, os Argissolos e os Espodossolos, este último com mais frequência nas margens dos cursos d'água. Ambos os solos apresentam teores mais elevados de areia que os Latossolos, de natureza mais argilosos.

Mesmo o Latossolo apresentando maior resistência a erosão que as outras duas classes, predomina sobre esta classe a maior quantidade de voçorocas. A distribuição ocorre em maior parte nos Latossolos, seguida por "Aterros", os Argissolos, os Espodossolos e o Latossolo-Espodossolo¹⁵ (**QUADRO 13**). É importante destacar que o Latossolo sem proteção da vegetação tem possibilitado a formação de crostas que dificultam a infiltração e favorece o escoamento superficial, importante elemento no surgimento de voçorocas.

QUADRO 13 – Distribuição das voçorocas em Manaus conforme cobertura superficial do terreno

SOLOS		
TIPO	Voçorocas	%
Latossolo	76	83,5
Argissolo	5	5,5
Espodossolo	2	2,2
Latossolo, Espodossolo	1	1,1
Aterro (não solo)	7	7,7
Total	91	100

A análise granulométrica (**ANEXO 13**) das amostras coletadas nessas três classes de solo demonstrou que no Latossolo os teores de argila ficam em torno de 20,5 % a 20 cm da superfície, enquanto na amostra do Argissolo 13 % (entre 2 e 20 cm) e no Espodossolo o percentual de argila ficou em torno de 5,5 % (entre 0 - 15 cm). À medida que a profundidade aumenta no Latossolo os percentuais de argila também se ampliam, chegando a maior concentração no

¹⁴ A classificação dos solos adotada para este trabalho refere-se a da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

¹⁵ Somente em uma voçoroca verificou-se a ocorrência de dois solos: da cabeceira até próximo da porção inferior da incisão desenvolve-se sobre o Latossolo, e a porção inferior da incisão ocorre sobre um Espodossolo, próximo de um curso d'água.

horizonte B2, em torno de 61,3 % (como no caso do perfil aqui descrito) (**FIGURA 31**). O mesmo ocorre com o Argissolo (**FIGURA 32**) e o Espodosolo (**FIGURA 33**), onde o percentual no horizonte B2 fica em torno de 30,5 % e 25,5 % respectivamente. Outra característica dessas três classes é o fato de no horizonte B3 e C os percentuais de areia serem elevados. Na camada mais arenosa, no interior da voçoroca, existem alcovas de regressão, responsáveis em parte pela expansão das voçorocas.

Conforme já citado, os processos erosivos intensos em Manaus ocorrem em sua maior parte sobre solos argilosos (Latossolo Amarelo), classe que apresenta como característica geral da superfície até a profundidade de 6 m com textura argilosa a muito argilosa (cor: 10YR8/4); de 6 m a 10 m, franco argilo arenosa (10YR8/3); de 10 m a 13 m, areia franca (amarela esbranquiçada), e a partir de 13 m até a rocha mãe a textura é arenosa, de cor branca (o processo erosivo torna-se mais intenso quando atinge essa camada) (VIEIRA, 1998). A granulometria das três classes de solos demonstrou que próximo da superfície o Latossolo é mais argiloso que o Argissolo, que por sua vez é mais argiloso que o Espodosolo.

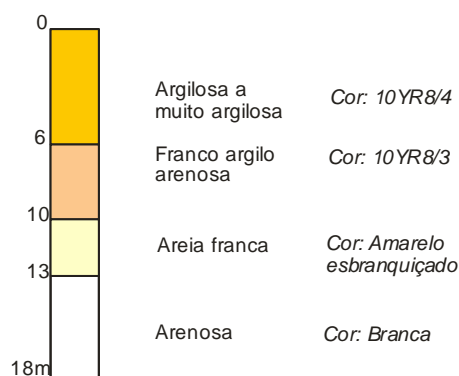


FIGURA 31 – Perfil representativo de um Latossolo Amarelo em Manaus. Produzido com base na análise de 13 perfis de solo descritos em 1997.

Fonte: Vieira (1998).

A textura do solo e suas condições superficiais contribuem para a maior ou menor capacidade de infiltração da água das chuvas e conseqüentemente para a formação de fluxos superficiais. Em área com vegetação primária as taxas de infiltração podem ser bastante elevadas, característica que reduz a

formação de fluxos superficiais. Além disso, a vegetação também contribui para manter a encosta estável, amenizando os efeitos de fortes chuvas.

ARGISSOLO

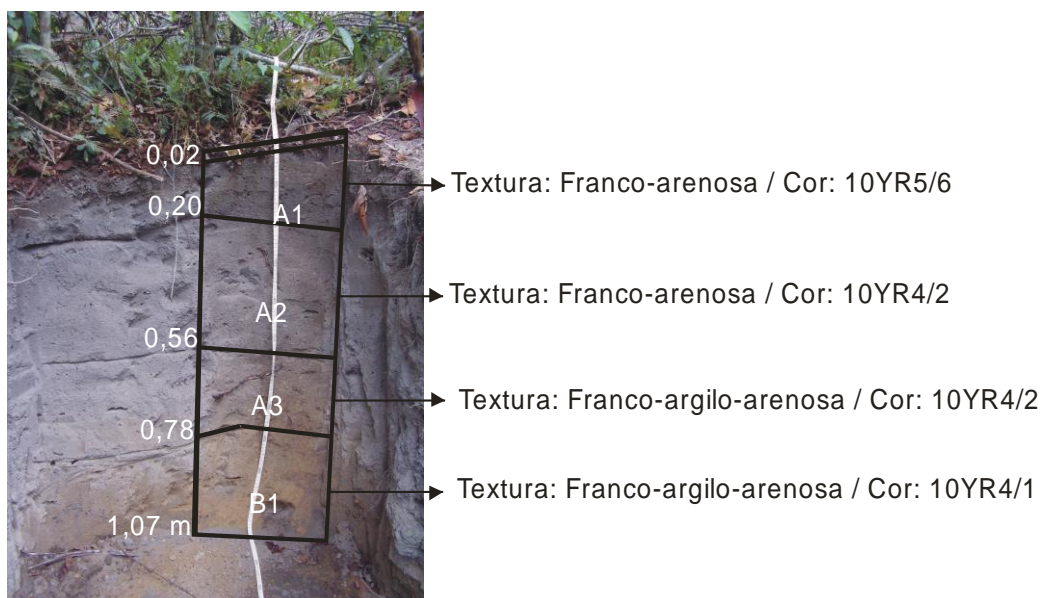


FIGURA 32 – Perfil de um Argissolo. Bairro Coroado. Zona Leste. Manaus. (2006).

ESPODOSSOLO

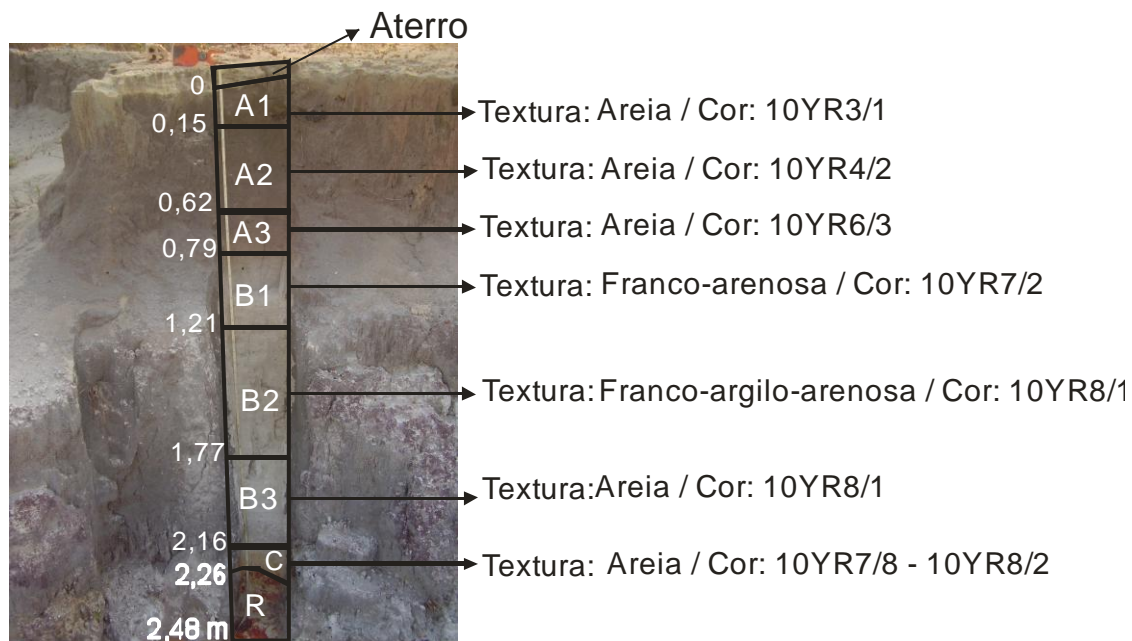


FIGURA 33 – Perfil de um Espodossolo. Voçoroca nº 9. 1º BIS (Amv). Bairro São Jorge. Zona Oeste. Manaus. (2006).

Com o desmatamento e após o processo de terraplanagem e o terreno exposto a ação da água da chuva, inicia-se a formação de crostas (**FIGURA 34**) que dificultam a infiltração da água no solo, favorecendo o início de escoamento superficial. Com o passar do tempo, essa superfície encrostada vai apresentando uma seqüência de evoluções de incisões erosivas, partindo de filetes e sulcos, passando por ravinas até alcançar o estágio de voçorocas, como se comprova, por exemplo, pela presença de sulcos profundos na cabeceira da maioria das voçorocas cadastradas. Outro aspecto que comprova essa evolução está ligado à existência de marcas (marmitas residuais) na parede de algumas voçorocas. Essas marcas só ocorreram quando o trecho atual da voçoroca se encontrava na forma de sulcos, os quais foram sendo expandidos pela ação de fluxos concentrados e promovendo turbilhonamento suficiente para formar as marmitas. À medida que o sulco era entalhado pelo fluxo d'água, marcas iam permanecendo na parede e nova marmita era formada, e assim sucessivamente (**FIGURA 35**). Tal processo continua ocorrendo em algumas voçorocas.



FIGURA 34 – Superfície encrostada na borda da Voçoroca nº. 11. Distrito Industrial – Manaus (AM). (2003).

Outra seqüência evolutiva (sulcos, ravinas e voçorocas) ocorre pela urbanização nos platôs em direção às encostas, caso em que a impermeabilização do terreno se deve à presença de moradias e vias pavimentadas. Soma-se a isso o fato de a drenagem muitas vezes despejar na encosta (com ou sem vegetação) grande quantidade de água da chuva e água servida. A caracterização das áreas afetadas pelas voçorocas permitiu

apresentar modelos esquemáticos que demonstram o surgimento de grupos de voçorocas conforme o tipo de ocupação e aspectos físicos, como se apresenta e se discute nas páginas 180 a 194.

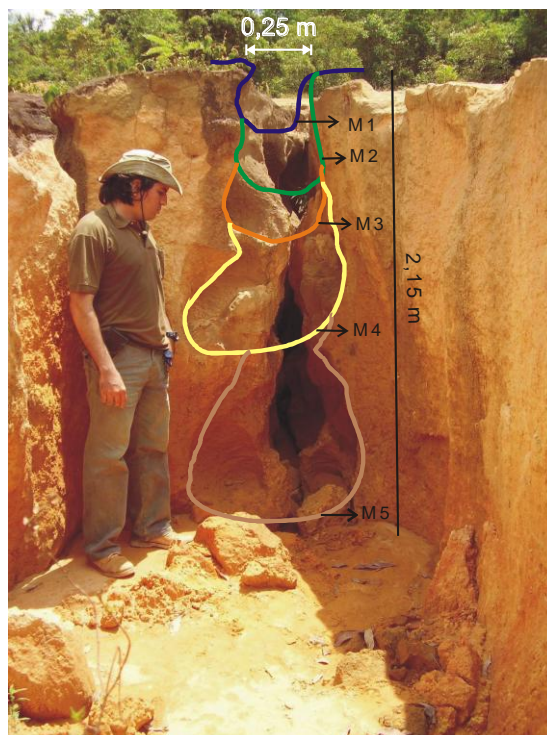


FIGURA 35 – Seqüência de marmiteas residuais¹⁶ na parede do sulco, cabeceira da voçoroca n° 9. 1° BIS (Amv). Bairro São Jorge. Zona Oeste. Manaus-AM. (2006).

Foto de Deivison C. Molinari.

4.2.3. GEOMORFOLOGIA

Em termos de topografia, predominam em Manaus voçorocas sobre encostas com perfil longitudinal convexo (retilínea-convexa: r - cx, convexa-convexa: cx - cx ou côncava-convexa: cc - cx) (**FIGURA 36**), ocorrendo em 66%. As restantes distribuem-se nas encostas côncavas incidindo em 8,8%; 6,5% nas encostas retilíneas; 8,8% sobre baixios e 9,9% sobre os taludes (**ANEXO 4**). Vale destacar que nessas encostas predomina o escoamento superficial (VIEIRA, 1998).

¹⁶ A seqüência evolutiva vai da Marmitea 1 (M1) até a Marmitea 5 (M5).

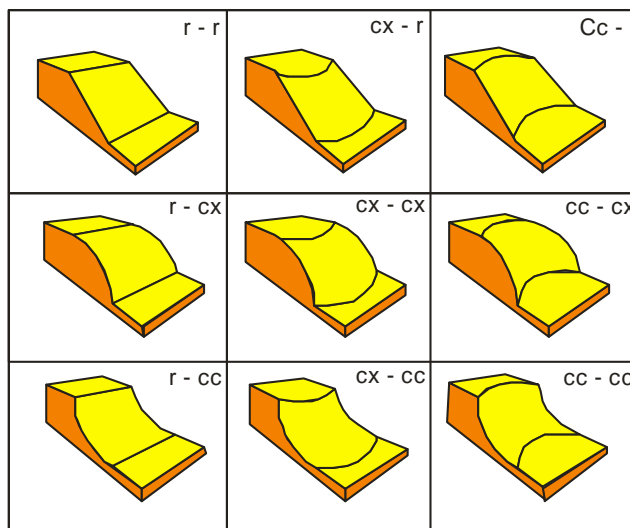
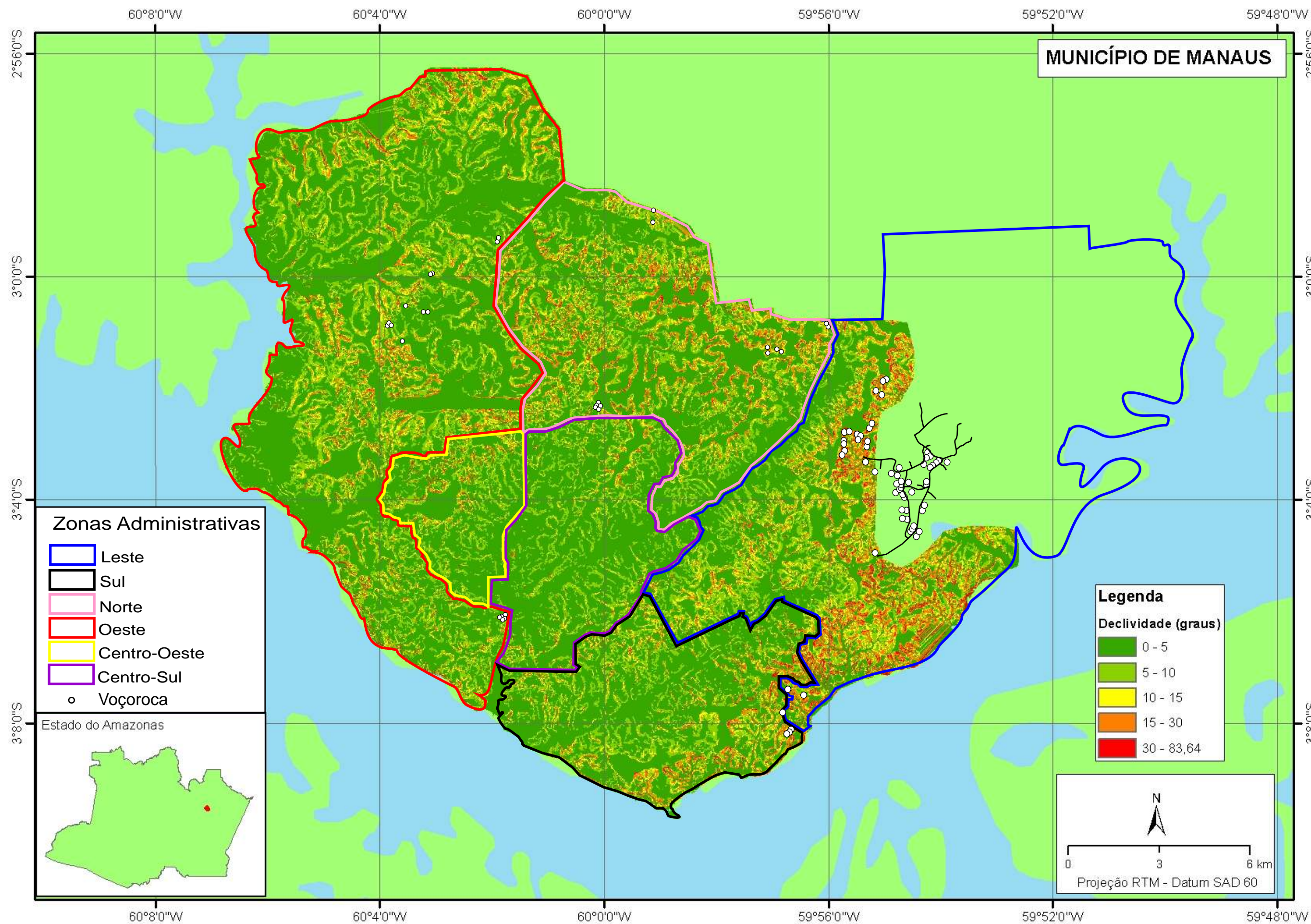


FIGURA 36 – Principais tipos de encostas. Sendo: r = retilínea, cx = convexo e cc = côncavo. Modificado de RUHE (1975).

Esse dado assemelha-se ao estudo realizado em Franca-SP (AB´SABER, 1968) onde, assim como em Manaus predominam voçorocamentos sobre encostas convexas. Para o autor, as voçorocas ocorrem com mais freqüência nesse tipo de topografia porque a acentuada declividade proporciona maior velocidade aos fluxos d’água superficiais, o que difere da maioria das voçorocas localizadas na região do vale do Paraíba do Sul, em São Paulo, onde a incidência de voçorocamentos é maior nas encostas côncavas (OLIVEIRA e MEIS, 1985). Para esses autores, na referida área existe uma estreita relação entre encostas côncavas, escoamento subsuperficial e voçorocamentos. AB’Saber (1968) destaca também que, uma vez retirada a vegetação de encosta da base até os interflúvios, o solo fica exposto à ação das chuvas, responsáveis pelos voçorocamentos. A retirada desta vegetação, desde o fundo de vale até o topo da encosta, é o fator principal do desenvolvimento das voçorocas de Franca. Em Manaus a perda da vegetação ocorre do platô em direção ao fundo de Vale e a conseqüência disso é o surgimento de fluxos superficiais mais intensos, capazes de provocar o surgimento de voçorocas.

Outro aspecto ligado ao relevo diz respeito à declividade dos terrenos onde se desenvolvem as voçorocas (**MAPA 6**). Essas declividades variam de 2° a 44°, com destaque para a porção inferior da encosta, onde geralmente

MAPA 6 - DECLIVIDADE E LOCALIZAÇÃO DAS VOÇOROCAS EM MANAUS (AM)



Organização: Antonio Fábio G. Vieira
Fonte: IMPLURB (2005)

Desenho: Eduardo Pinheiro

inicia-se a formação dessas incisões e essa inclinação se acentua, ficando entre 21° e 44° (**ANEXO 4**). O mapa anterior deixa claro a forte relação entre a localização das voçorocas e a declividade do relevo. Essa relação é confirmada também através do cadastramento realizado em 2006, onde 23 voçorocas estão em terrenos onde a declividade varia entre 2° e 9° (declividade baixa), 18 estão entre 10° e 19° (declividade média) e 50 estão em terreno onde a declividade é de 20° a 44° (declividade alta).

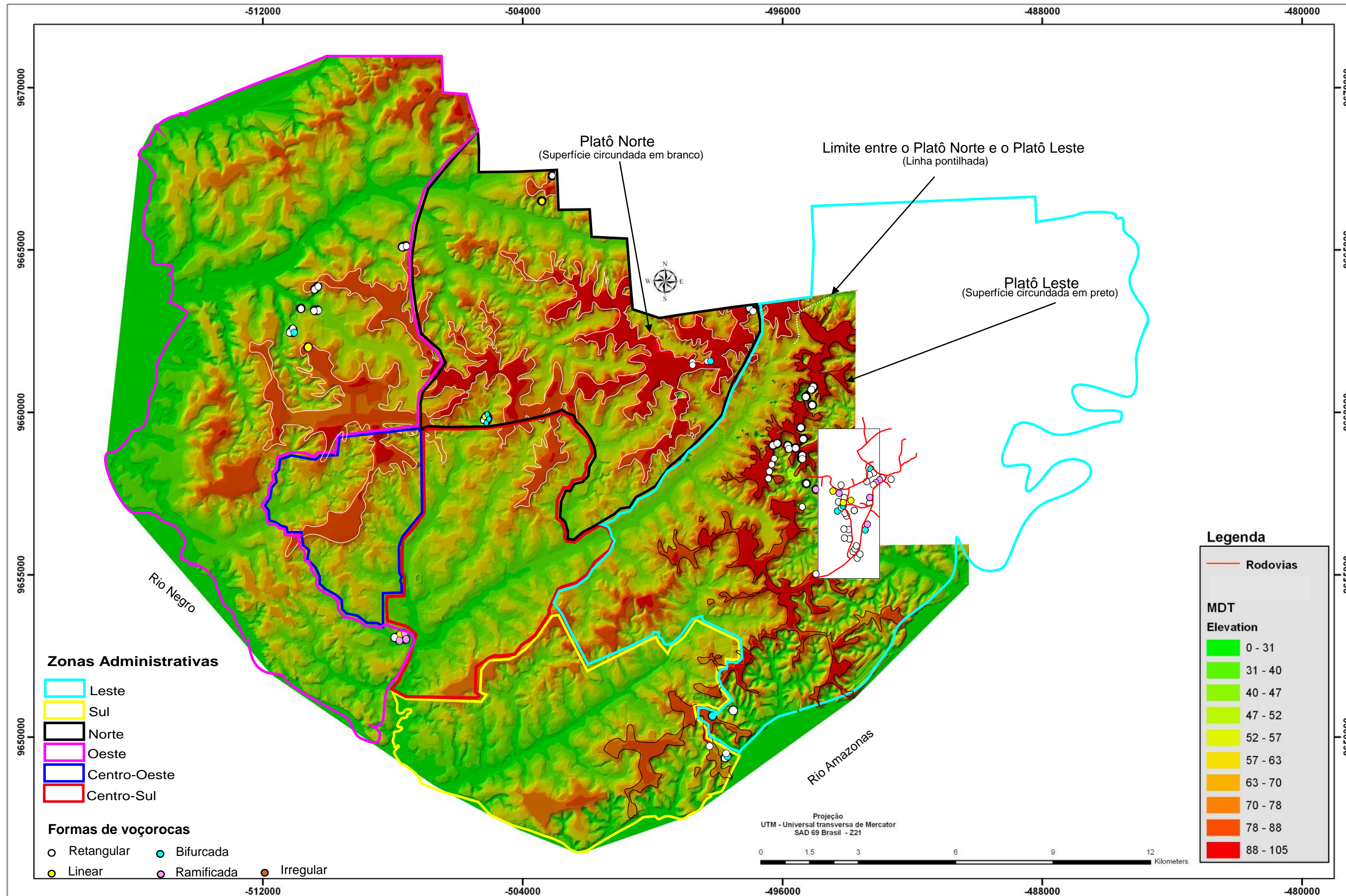
Uma vez estabelecida, a incisão evolui em direção a montante e, ao atingir a borda do platô, a velocidade de expansão diminui e o aprofundamento do canal se intensifica por meio dos fluxos que migram para o interior da incisão ou se formam no seu interior. À medida que a incisão aumenta de tamanho, reduz-se a área de contribuição da incisão, diminuindo também o volume de água escoada para o interior da incisão. Fazendo uma caracterização geral da geomorfologia da cidade de Manaus, verifica-se que o relevo difere entre as zonas, como segue:

a) **Zona Norte:** nesta, a maior altitude¹⁷ é de 102 m. Os platôs estão localizados em altitudes de 60, 85 e 95 m. No entanto, a maior parcela de platô está na altitude de 75 m (**MAPA 7**) e compreende o platô principal do sítio urbano de Manaus, aqui denominado de Platô Norte, e se estende desde a porção leste na Cidade de Deus até o Tarumã, no lado oeste da cidade, com extensão linear de 17 km e largura média de 0,701 km, ocupando uma área aproximada de 57 km². Esse platô abrange parte das áreas de Tarumã, Novo Israel, Conjunto Manoa, Conjunto Mundo Novo, Parque das Nações, Cidade Nova, Cidade de Deus, Jorge Teixeira, e Tancredo Neves.

Além desse, destacam-se cinco platôs, todos na cota de 75 m. A extensão desses platôs fica em torno de 825 m com largura média de 310 m. O maior platô em termos de área (exceto o Platô Norte) apresenta extensão de 1,325 km, com largura média de 325 m, ocupando uma área de 430.000 m². O menor platô nessa zona ocupa uma área de aproximadamente 150.000 m²

¹⁷ As altitudes e cotas aqui expressas estão relacionadas ao nível médio do mar.

MAPA 7 - LOCALIZAÇÃO DOS PLATÔS E VOÇOROCAS EM MANAUS (AM)



Organização: Antonio Fábio G. Vieira
 Fonte: IMPLURB (2005)

com 475 m de comprimento por 325 m de largura. No entanto, a menor largura ali observada é de cerca de 200 m. Ao todo a área ocupada por essa topografia fica em torno de 1,18 km² (1.180.000 m²), o que representa apenas 1,5% da área total dessa zona (76,2 km² ou 76.200.000 m²). Por outro lado, 1/3 do Platô Norte passa por ali o que representa quase 20 km² de área, significando que pouco mais de 27% da superfície dessa zona ocorre sobre esse platô.

As encostas apresentam extensões que vão de 36 m a 1,3 km, terminando em vales com largura de 36 a 267 m. Nos vales de menor largura as características de declividade e forma são muito próximas das observadas na Zona Leste, ou seja, grandes declividades e predomínio de encostas convexas. As voçorocas de tal zona (n=13) apresentam suas respectivas cabeceiras situadas nas cotas de 40 m a 90 m (**FIGURAS 37 a 41**). A maior parte delas voçorocas (n=7) se originou na cota de 40 m; outra parte (n=4) na cota de 60 m; e as duas restantes nas cotas de 50 m e 80 m.

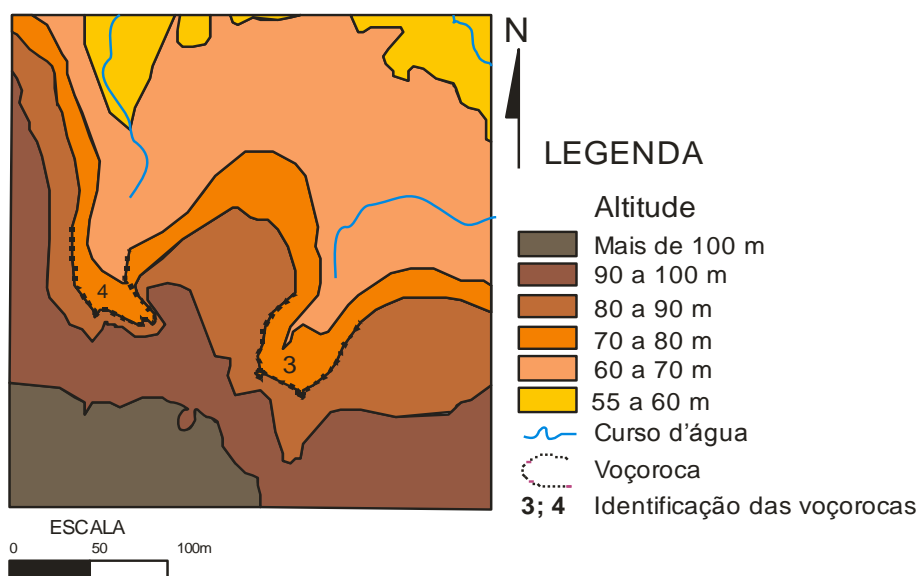


FIGURA 37 – Voçorocas 3 e 4. Canaranas. Cidade Nova. Manaus-AM.
Fonte: produzido com base em cartas do IMPLURB (2006).

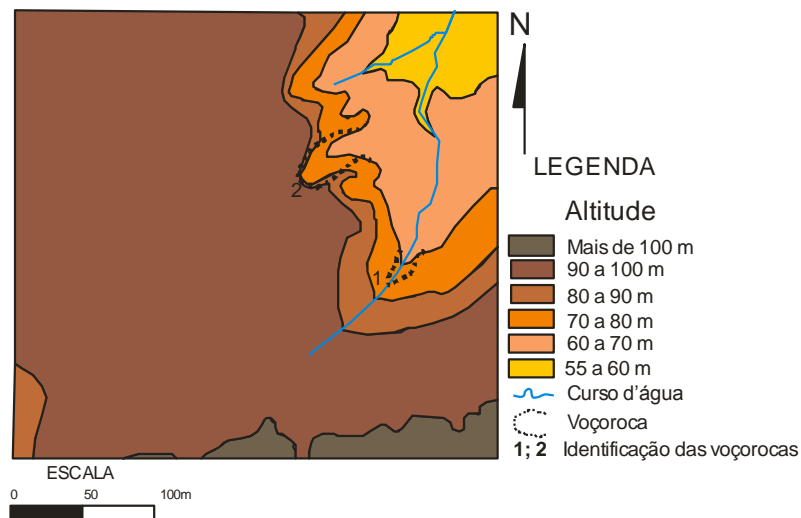


FIGURA 38 – Voçorocas 1 e 2. Canaranas. Cidade Nova. Manaus-AM.
 Fonte: produzido com base em cartas do IMPLURB (2006).

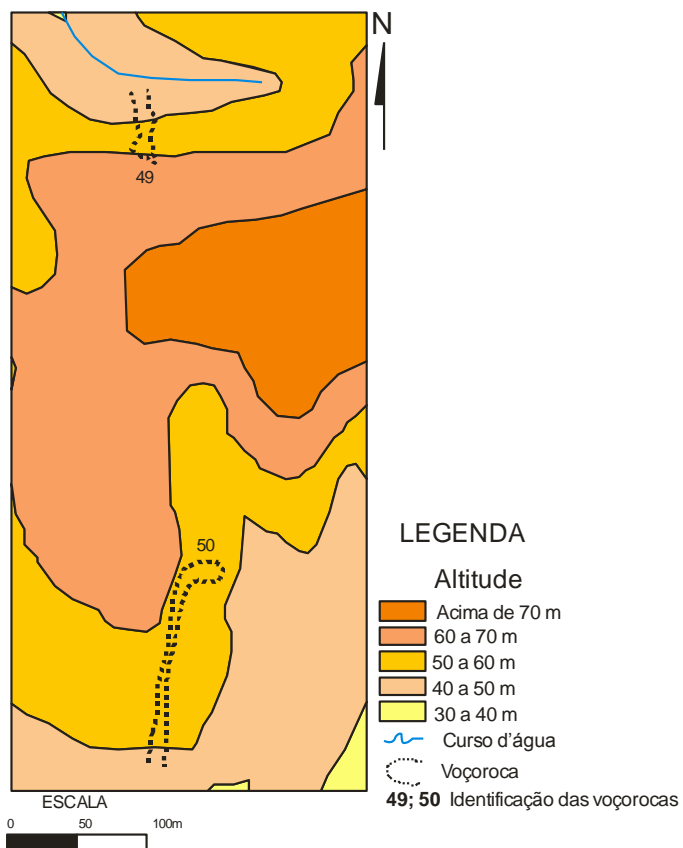


FIGURA 39 – Voçorocas 49 e 50. João Paulo II. Cidade Nova. Manaus-AM.
 Fonte: produzido com base em cartas do IMPLURB (2006).

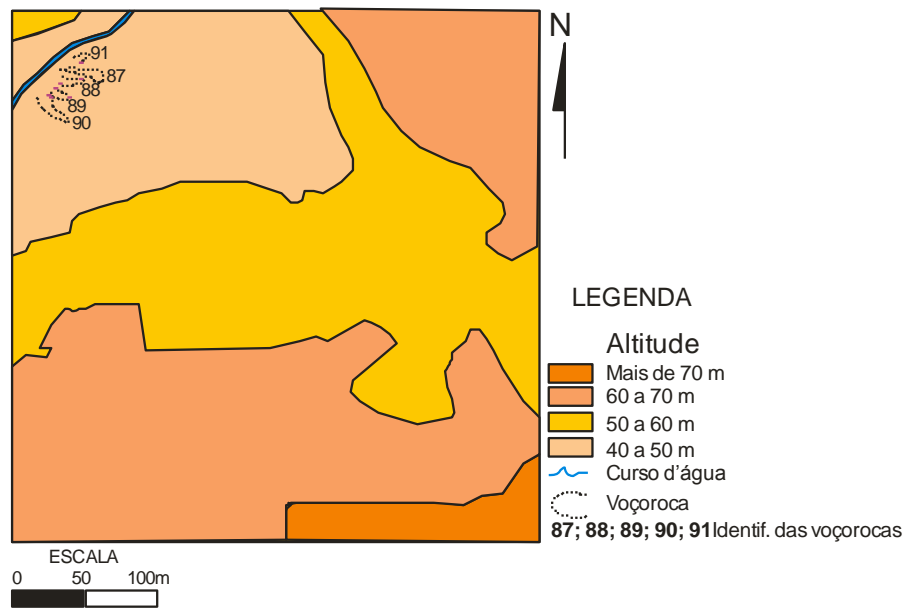


FIGURA 40 – Voçorocas 87 a 91. Colônia Santo Antônio. Manaus-AM.
Fonte: produzido com base em cartas do IMPLURB (2006).

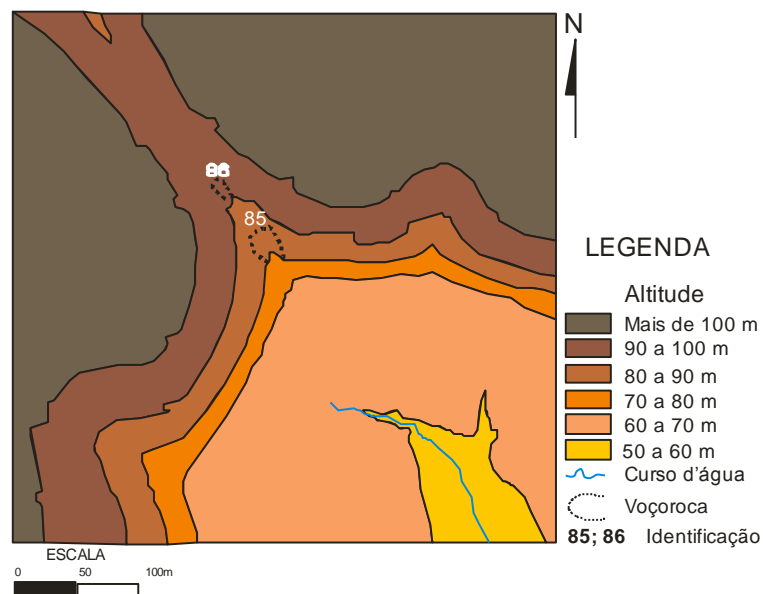


FIGURA 41 – Voçorocas 85 e 86. Cidade de Deus. Jorge Teixeira. Manaus-AM.
Fonte: produzido com base em cartas do IMPLURB (2006).

b) Zona Leste: as maiores altitudes do sítio urbano de Manaus estão localizadas nessa zona (em torno de 119 m a maior altitude), em que os platôs encontram-se nas cotas de 60, 65, 75, 85, 95 e 100 m, com suas extensões variando de 140 m até pouco mais de 4,850 km, com larguras compreendidas entre 73 m e 1,025 km. As encostas apresentam comprimento

em torno de 87 m a 418 m. Separando essas encostas encontram-se vales que muitas vezes não ultrapassam os 9 m de largura, podendo chegar a pouco mais de 280 m. Essas características resultam em relevo com grandes declividades (entre 25° e 45°), caracterizado também pela existência de encostas convexas.

Além do Platô Norte que ocupa uma pequena parcela nesta zona, ocorrem ainda 6 outros platôs, como o Platô Leste que compreende parte do Conjunto Acariquara, Distrito Industrial, Zumbi dos Palmares, Armando Mendes e Mauzinho. Esse platô tem uma extensão aproximada de 16,6 km (de um extremo ao outro em linha reta) e largura média de 379 m, podendo em alguns pontos a largura variar de 75 m a 875 m, ocupando uma área em torno de 7,54 km² (7.540.000 m²). Outro platô destaca-se na cota de 75 m, apresentando extensão de 2,675 km e 575 m largura (1,53 km² ou 1.530.000 m² de área). Ao todo, esses platôs ocupam cerca de 34,7 km² (34.700.000 m²), o que significa quase 45 % da área total dessa zona (77,27 km² ou 77.270.000 m²), em que as cabeceiras das voçorocas encontram-se nas cotas altimétricas de 40 m a 100 m (**FIGURAS 42 a 52**). A maior parte das voçorocas se originou na cota de 50 m (n=26); outra parte na cota de 40 (n=23); e o restante nas cotas de 30 m (n=7), 60 m (n=1) e 70 m (n=1).

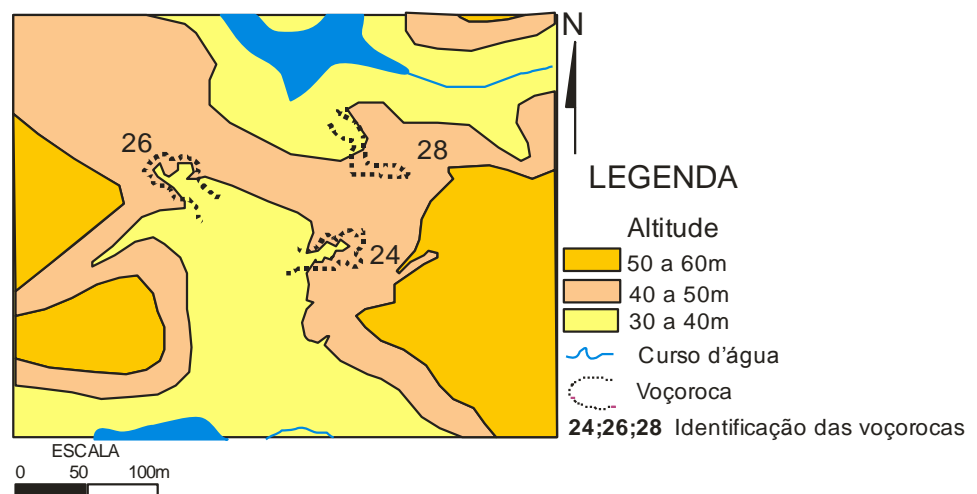


FIGURA 42 – Voçorocas 24, 26 e 28. Distrito Industrial. Manaus-AM.
Fonte: produzido com base em cartas do IMPLURB (2006).

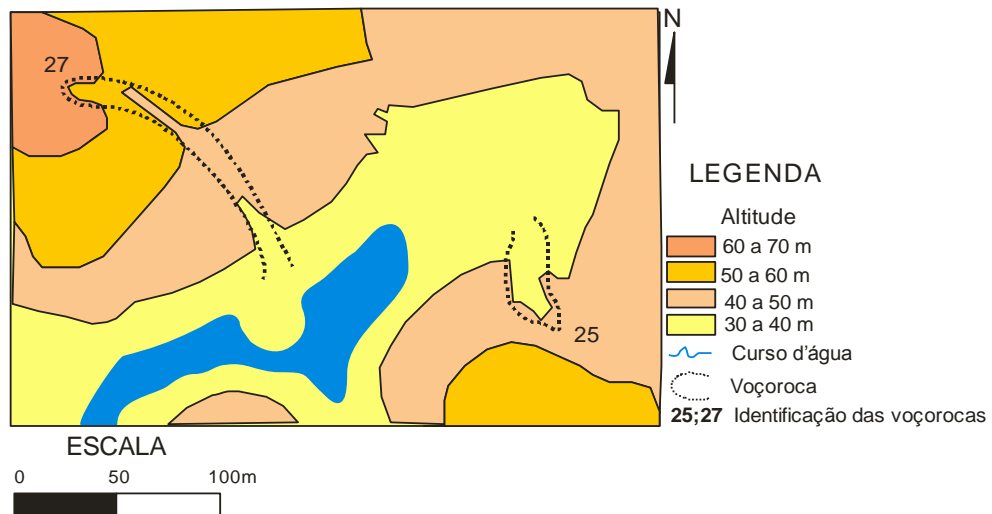


FIGURA 43 – Voçorocas 25 e 27. Distrito Industrial. Manaus-AM.
 Fonte: produzido com base em cartas do IMPLURB (2006).

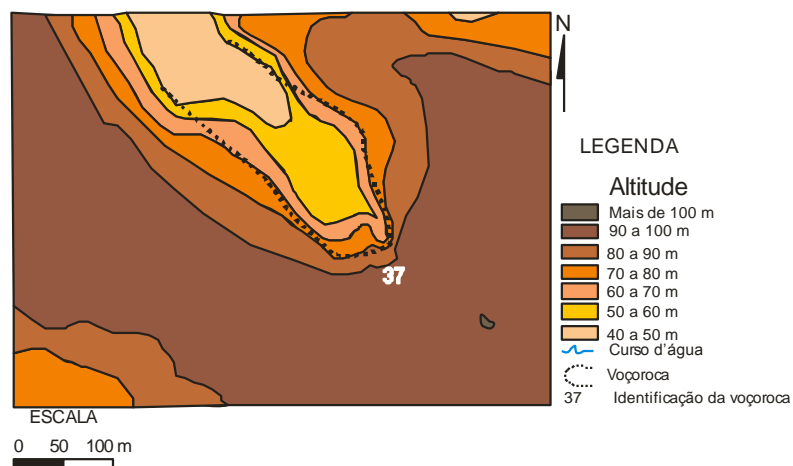


FIGURA 44 – Voçoroca 37. Distrito Industrial. Manaus-AM.
 Fonte: produzido com base em cartas do IMPLURB (2006).

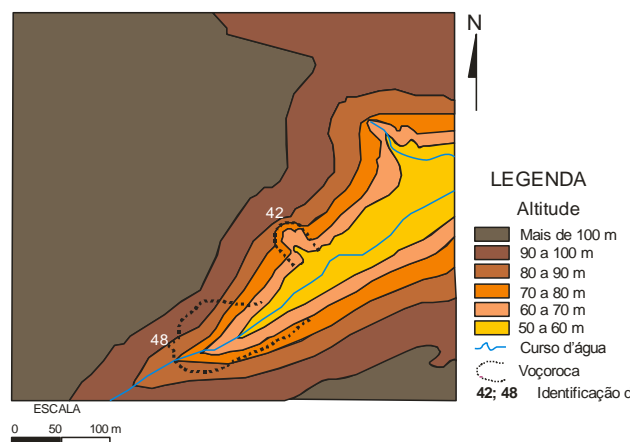


FIGURA 45 – Voçorocas 42 e 48. Jorge Teixeira. Manaus-AM.
 Fonte: produzido com base em cartas do IMPLURB (2006).

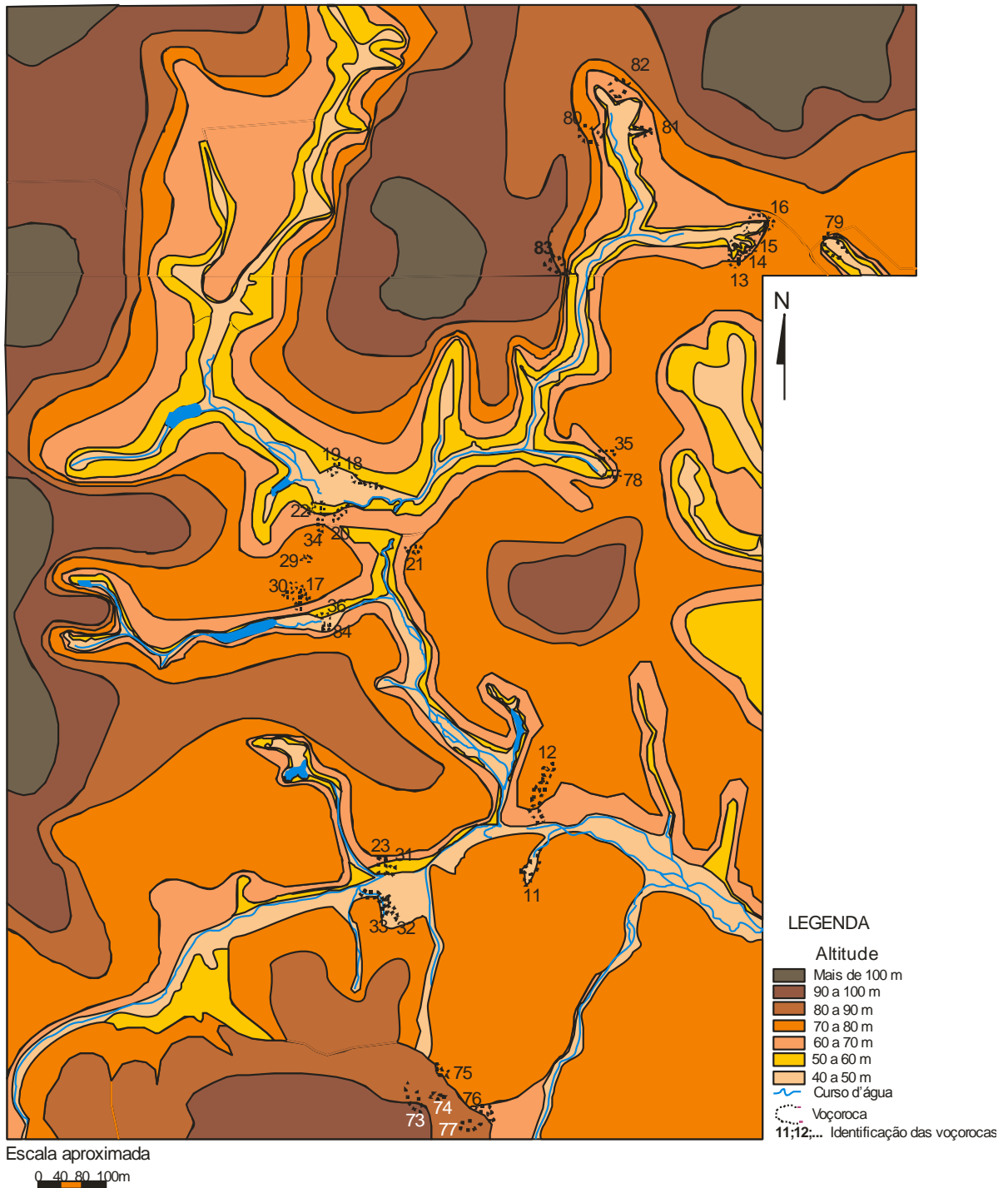


FIGURA 46 – Voçorocas 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83 e 84. Distrito Industrial. Manaus-AM.

Fonte: Croqui topográfico. Modificado de SUFRAMA (2003).

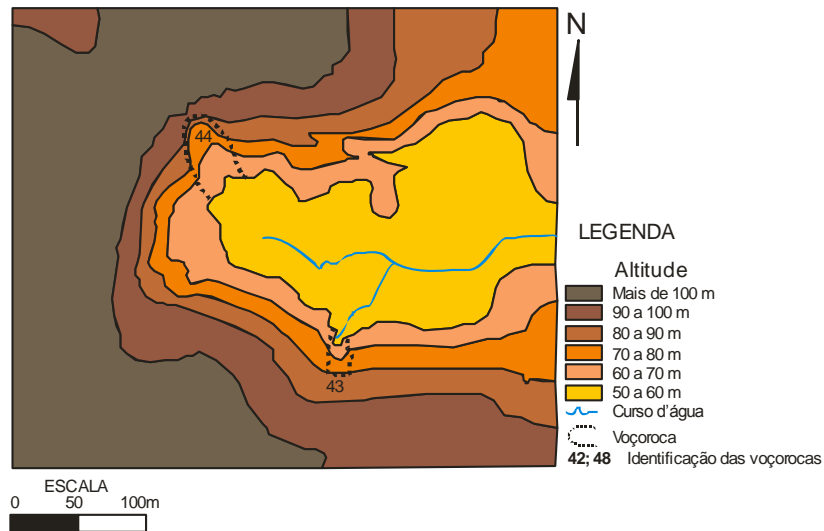


FIGURA 47 – Voçoroca 43 e 44. João Paulo. Jorge Teixeira. Manaus-AM.
 Fonte: produzido com base em cartas do IMPLURB (2006).

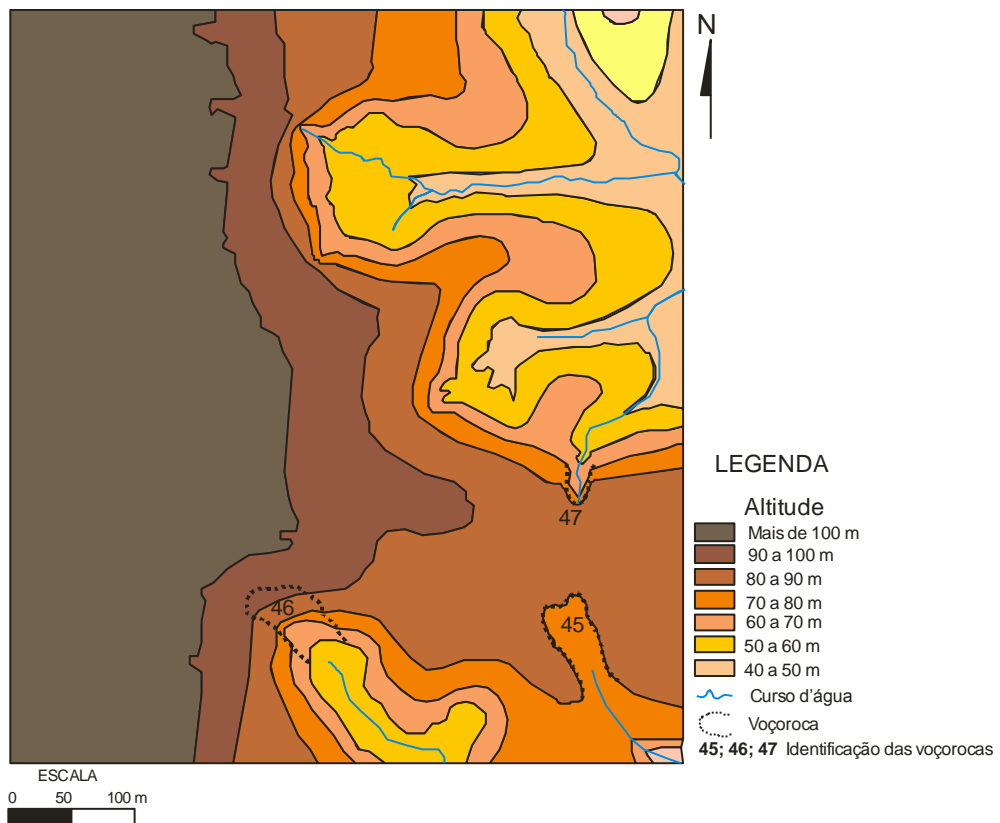


FIGURA 48 – Voçoroca 45, 46 e 47. João Paulo. Jorge Teixeira. Manaus-AM.
 Fonte: produzido com base em cartas do IMPLURB (2006).

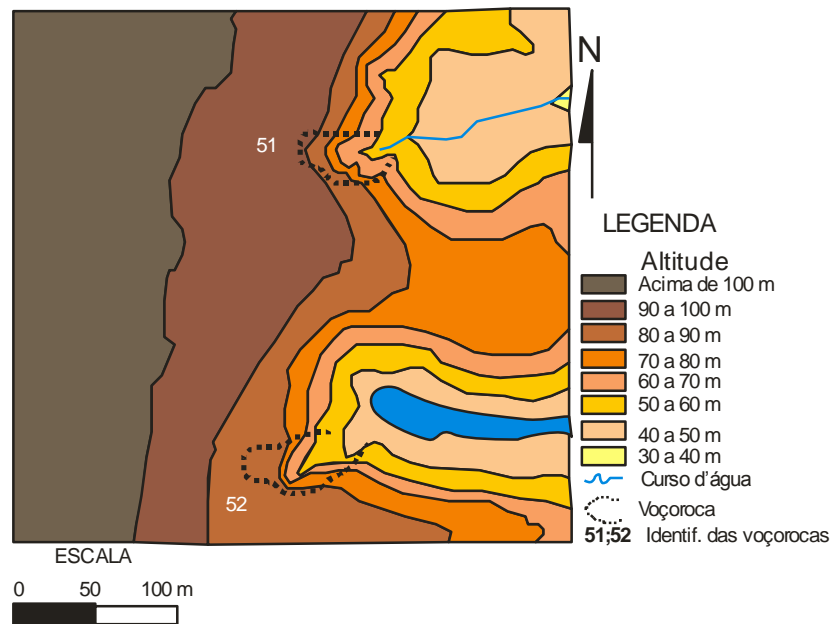


FIGURA 49 – Voçorocas 51 e 52. Nova Conquista e Nova Floresta. Jorge Teixeira. Manaus-AM.

Fonte: produzido com base em cartas do IMPLURB (2006).

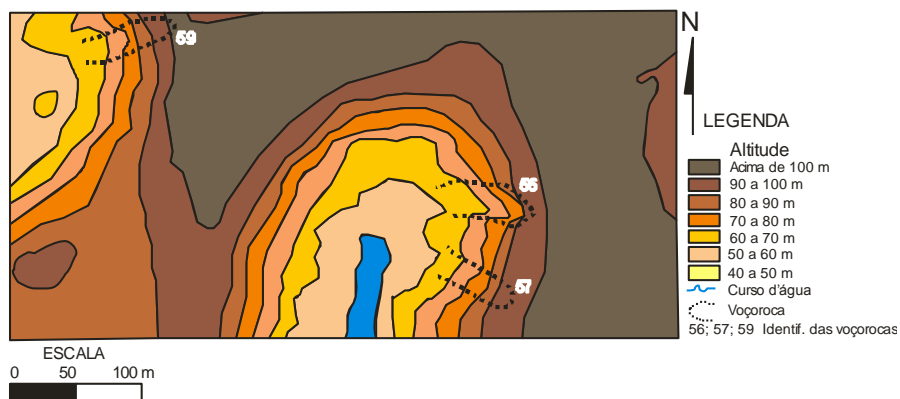


FIGURA 50 – Voçorocas 56, 57 e 59. Sta. Inês. Jorge Teixeira. Manaus-AM.

Fonte: produzido com base em cartas do IMPLURB (2006).

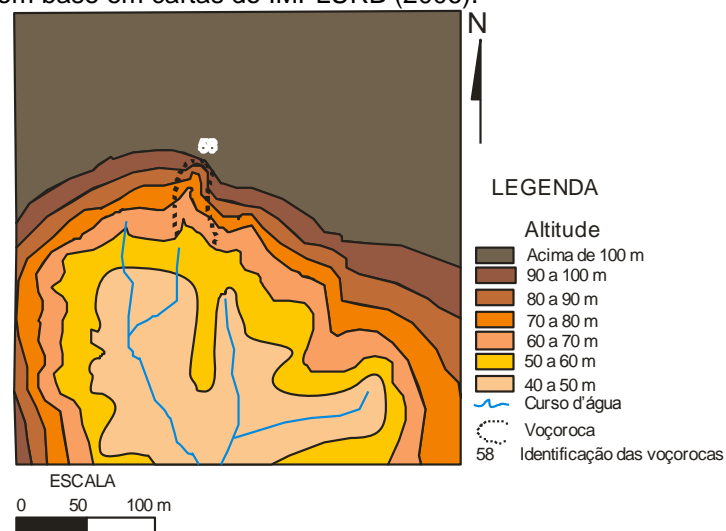


FIGURA 51 – Voçoroca 58. Sta. Inês. Jorge Teixeira. Manaus-AM.

Fonte: produzido com base em cartas do IMPLURB (2006).

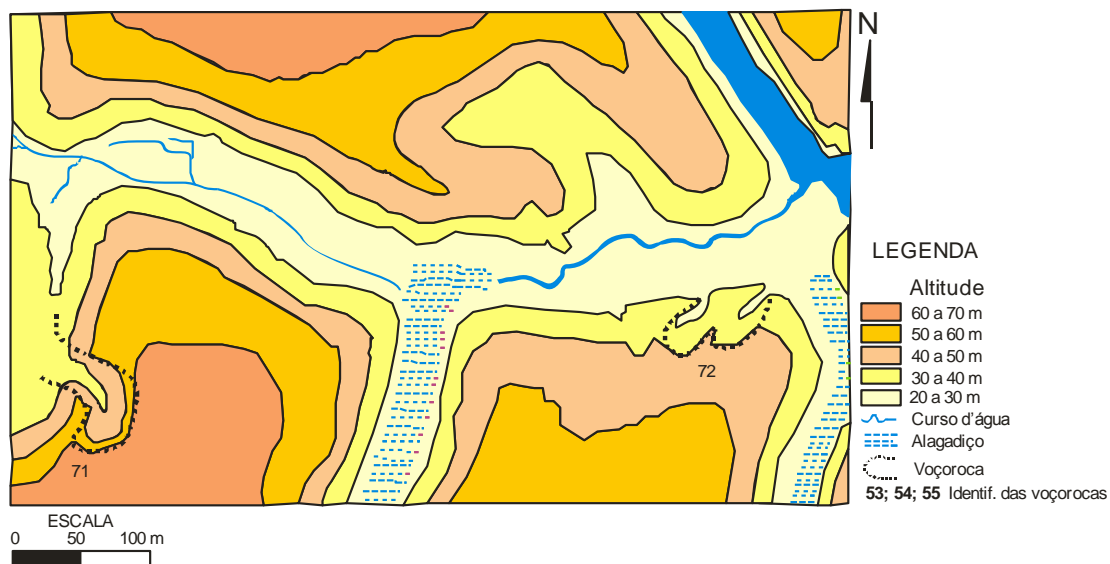


FIGURA 52 – Voçorocas 71 e 72. Mauzinho. Manaus-AM.

Fonte: produzido com base em cartas do IMPLURB (2006).

c) Zona Oeste: a maior altitude é de 94 m; platôs nas cotas de 50 a 75 m, principalmente. Em média, a extensão desses platôs fica em torno de 2,180 km e a largura média em cerca de 0,500 km. A maior extensão dos platôs é de 3,475 km, com largura média de 0,708 km, ocupando uma área de 2,46 km² (2.460.000 m²). O menor platô ocupa uma área de aproximadamente 0,28 km² (280.000 m²); a menor largura observada nessa zona é de cerca de 0,287 km. Ao todo, os platôs na cota de 75 m (n=14) ocupam uma área em torno de 17,3 km² (17.300.000 m²), o que representa apenas 13% da área total de tal zona (132,25 km² ou 132.250.000 m²). As encostas costumam ser longas, podendo chegar a mais de 1000 m de extensão. Ainda assim, é possível verificar a existência de encostas com extensões próximas dos 115 m (menor dos comprimentos). Os vales apresentam larguras variadas, desde 36 m até 540 m. As voçorocas situadas nessa zona estão localizadas nas cotas de 30 m a 60 m (**FIGURAS 53 a 57**). Um grupo de voçorocas se originou na cota de 40 m (n=8); outra parte na cota de 50 m (n=4); e o restante nas cotas de 25 m (n=3) e 30 m (n=1).

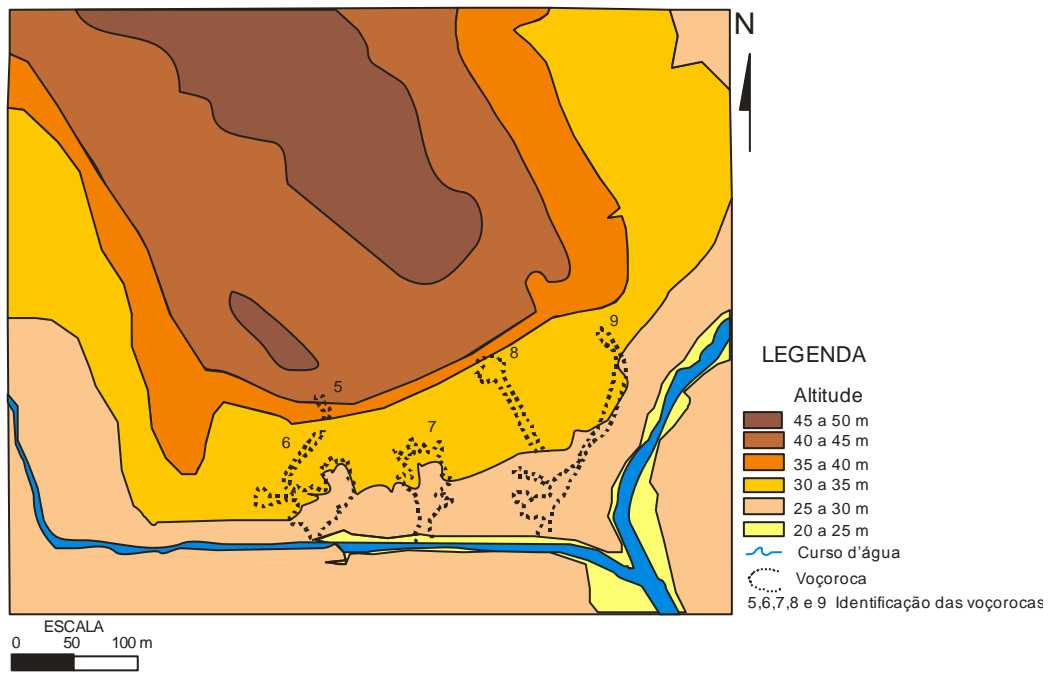


FIGURA 53 – Voçorocas 5, 6, 7, 8 e 9. 1º BIS (Amv). São Jorge. Manaus-AM.
Fonte: produzido com base em cartas do IMPLURB (2006).

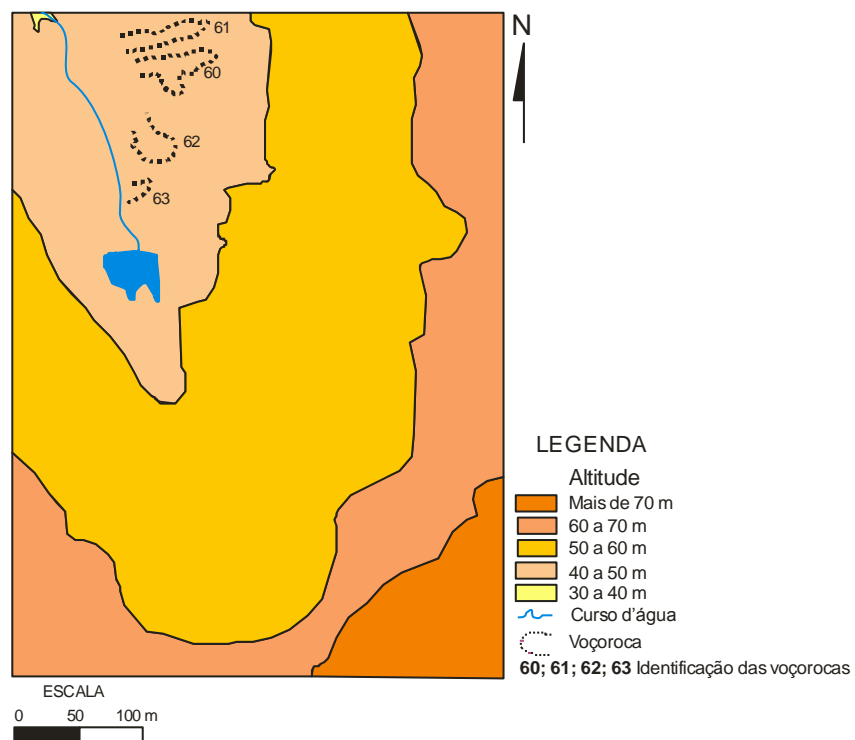


FIGURA 54 – Voçorocas 60, 61, 62 e 63. Tarumã. Manaus-AM.
Fonte: produzido a partir das cartas do IMPLURB (2006).

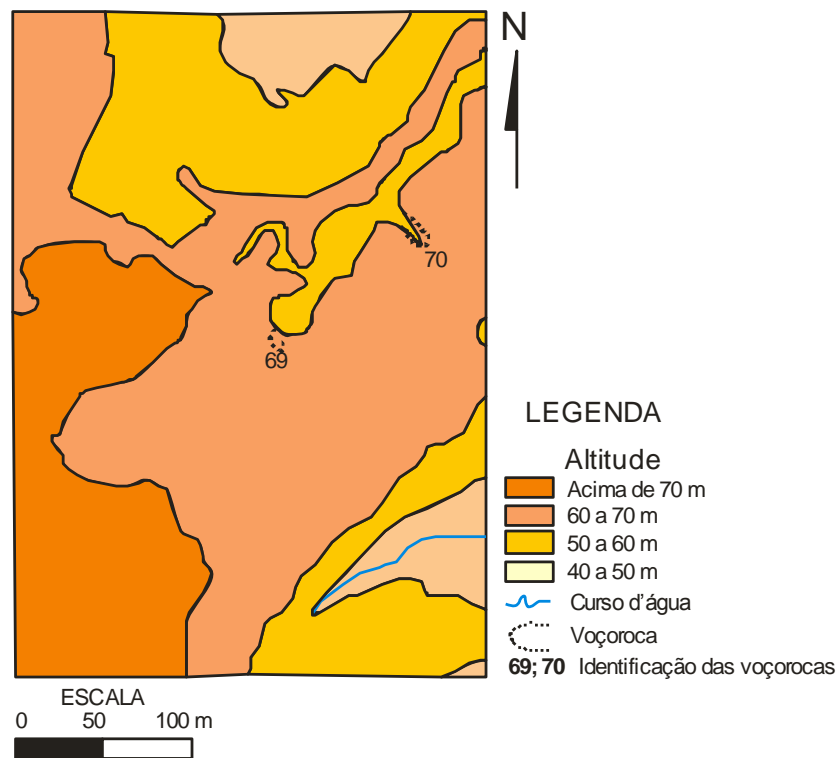


FIGURA 55 – Voçorocas 69 e 70. Tarumã. Manaus-AM.
 Fonte: produzido a partir das cartas do IMPLURB (2006).

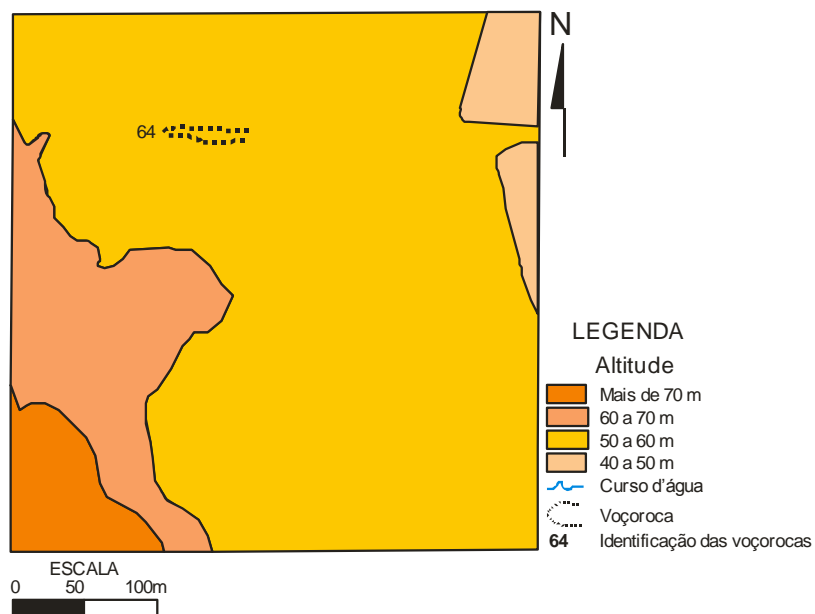


FIGURA 56 – Voçoroca 64. Tarumã. Manaus-AM.
 Fonte: produzido a partir das cartas do IMPLURB (2006).

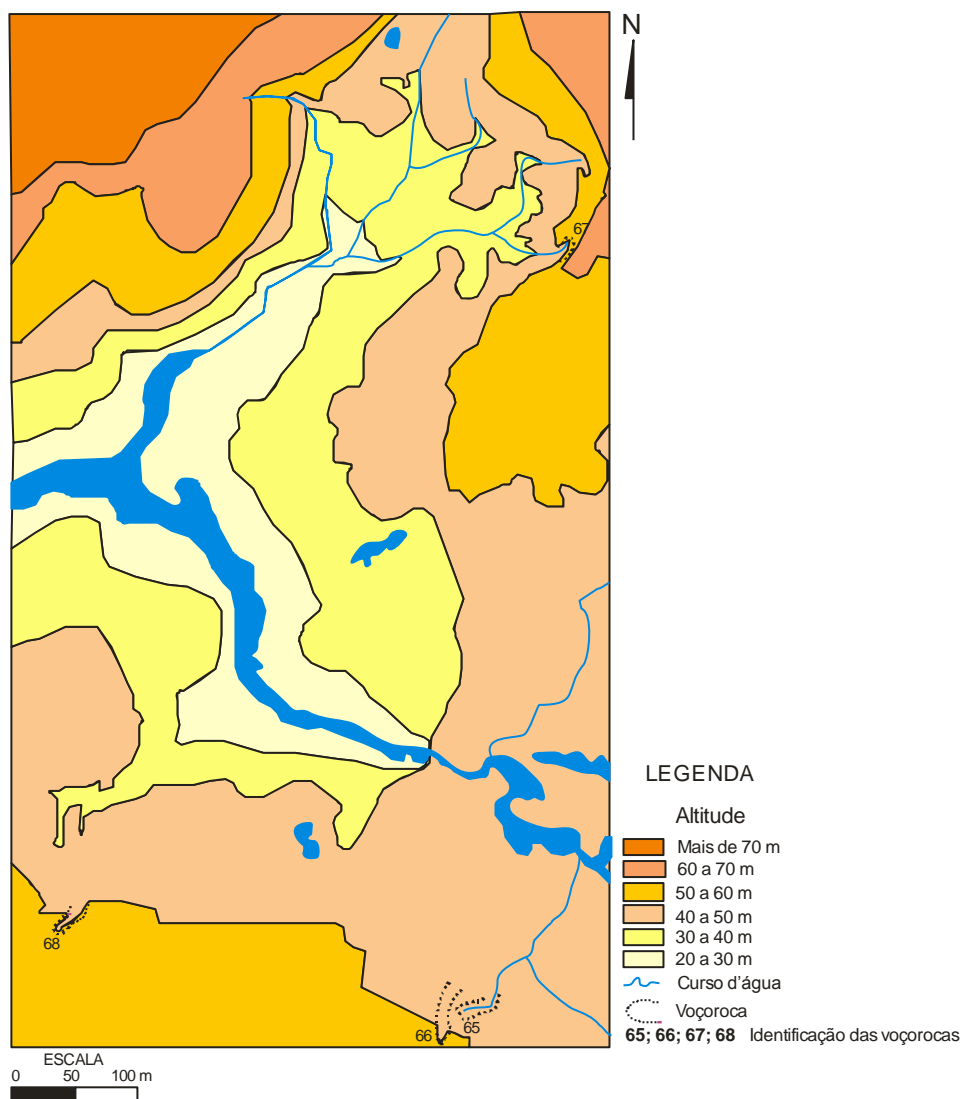


FIGURA 57 – Voçorocas 65, 66, 67 e 68. Tarumã. Manaus-AM.

Fonte: produzido a partir das cartas do IMPLURB (2006).

d) Zona Sul: a maior altitude é de 84 m; os platôs estão nas cotas de 45, 50, 55, 65 e 75, prevalecendo na altitude de 50 m. Em média a extensão desses platôs varia de 0,358 km a 2,815 km, com largura entre 0,047 km e 1,232 km. A maior extensão entre os platôs é de 2,425 km, com largura média de 0,700 km, ocupando uma área aproximada de 1,7 km² (1.700.000 m²). Outros cinco platôs se destacam em tal zona: o Platô do Santo Antônio (localizado no bairro de mesmo nome) com extensão de 1,550 km e largura de 0,187 km (0,289 km² ou 289.000 m²); Platô da Glória (localizado no bairro de mesmo nome) com extensão de 0,825 km e largura média de 0,100 km (0,082 km² ou 82.000 m²); Platô da Cachoeirinha (localizado no bairro de mesmo nome) com extensão de 0,850 km por 0,275

km de largura média ($0,233 \text{ km}^2$ ou 233.000 m^2); e dois outros platôs localizados no Distrito Industrial, sendo um com 1,275 km de extensão e largura de 1,287 km ($1,64 \text{ km}^2$ ou $1.640.000 \text{ m}^2$) próximo da SUFRAMA, e o outro aqui denominado Platô da Ceasa com extensão de 1,657 km e largura média de 0,500 km ($0,828 \text{ km}^2$ ou 828.500 m^2 de área). Ao todo os platôs dessa zona ($n=07$) ocupam uma área em torno de $8,66 \text{ km}^2$ ($8.660.000 \text{ m}^2$), o que representa 24,41% da sua área total ($35,47 \text{ km}^2$). As encostas costumam ser longas, podendo chegar a mais de 660 m de extensão. Ali, todas as voçorocas ($n=4$) estão na cota de 60 m (**FIGURAS 58 e 59**) e surgiram na cota de 40 m.

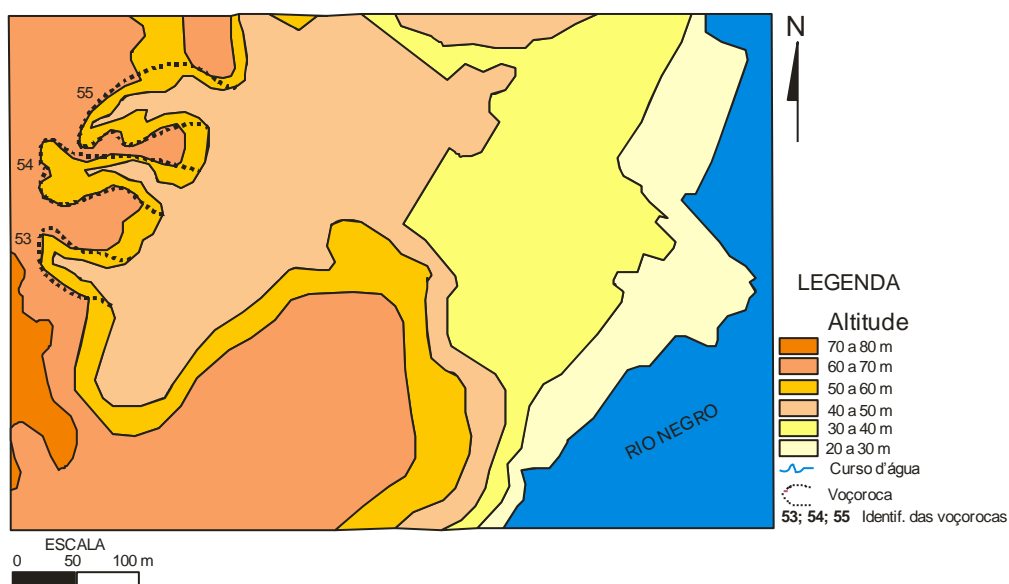


FIGURA 58 – Voçorocas 53, 54 e 55. Vila Buriti. Manaus-AM.

Fonte: produzido com base em cartas do IMPLURB (2006).

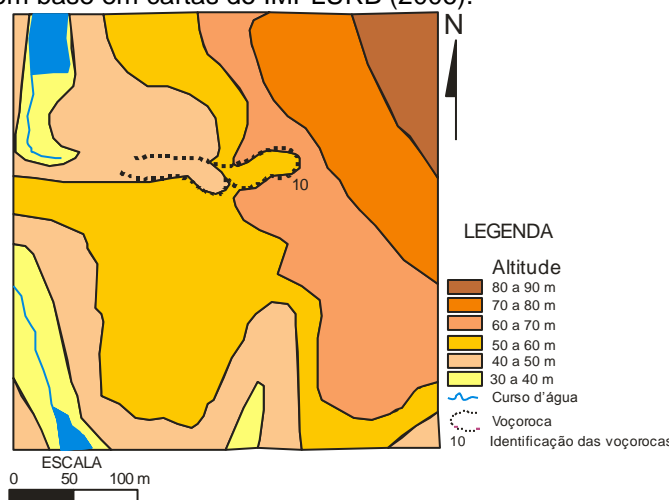


FIGURA 59 – Voçoroca 10. Vila Buriti. Manaus-AM.

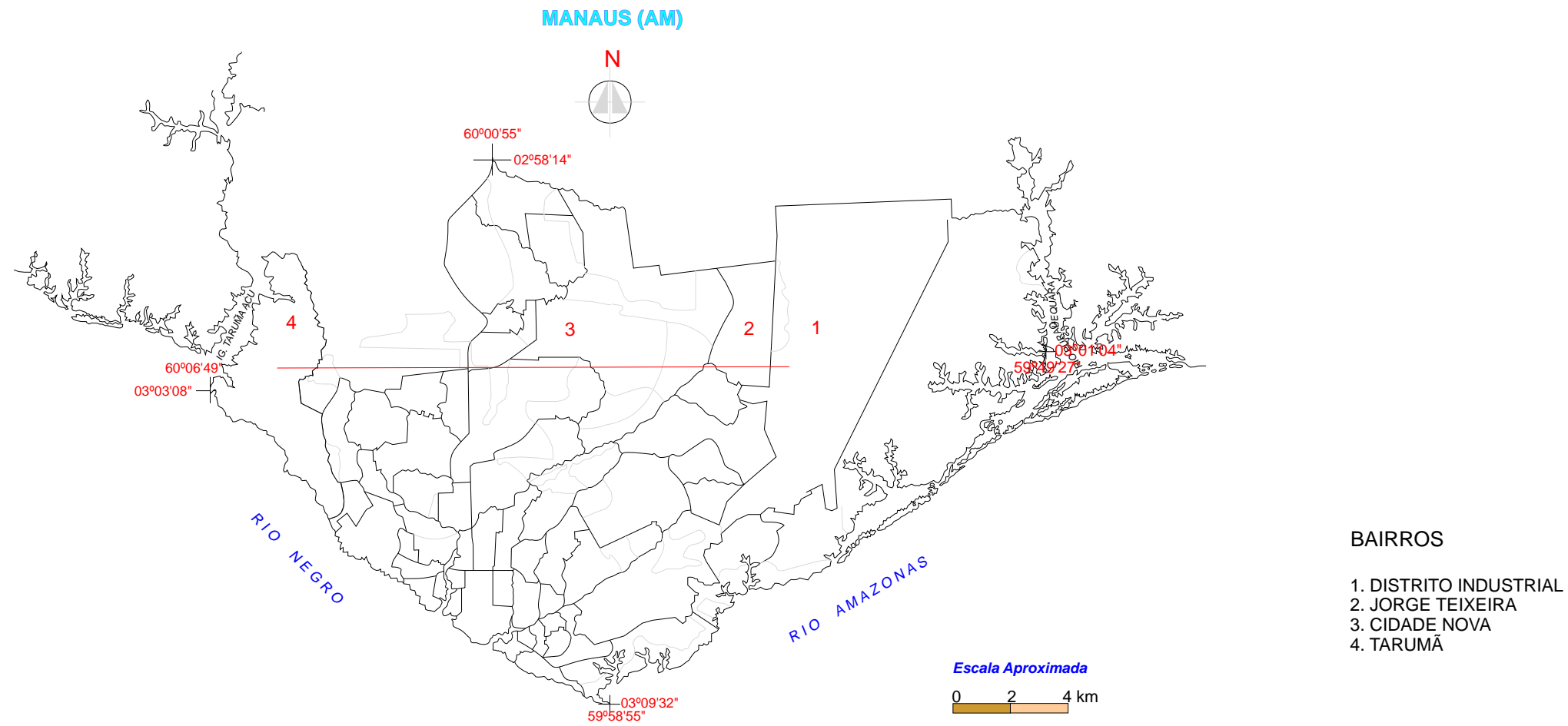
Fonte: produzido com base em cartas do IMPLURB (2006).

Existem, portanto, dois grandes platôs na área urbana de Manaus: o Norte e o Leste, com extensão de 17 km e 16,6 km, respectivamente (**MAPA 7**, p. 128) e outros 32 platôs, principalmente na cota de 75 m. A maior altitude verificada em Manaus (urbano) é de 119 m (Zona Leste) e os vales variam desde amplos (largura em torno de 540 m) como na Zona Oeste, a vales encaixados (menor largura em torno de 9 m) como na Zona Leste (**FIGURA 60**), predominando nesta última porção encostas convexas de grande declividade (maior que 21°). Os perfis topográficos confirmam o relevo mais irregular na porção leste (**FIGURA 61**) do que na porção oeste, com maiores altitudes, encostas mais íngremes e vales mais estreitos. No sentido sul-norte ocorre também aumento na altitude e maior irregularidade do relevo (**FIGURA 62**). Tais características tornam o ambiente mais susceptível a erosão, principalmente após o desmatamento.

Observando a posição das voçorocas no relevo, foi possível classificá-las em três grupos: o primeiro e mais numeroso é caracterizado pelas voçorocas conectadas (n=75), o segundo pelas desconectadas (n=14) e o terceiro pelas integradas (n=2). As cabeceiras das voçorocas estão situadas em diferentes cotas altimétricas, sendo: **02** acima de 100 m; **12** entre 90 e 100 m; **13** entre 80 e 90 m; **19** entre 70 e 80 m; **21** entre 60 e 70 m; **09** entre 50 e 60 m; **10** entre 40 e 50 m; **02** entre 30 e 40m e **03** entre 20 e 30 m (**ANEXO 4**). Do total (91) cadastrado, 77 incisões evoluíram na porção inferior da encosta, das quais 75 consideradas conectadas e 2 integradas.

4.2.3.1. A influência do relevo no surgimento de voçorocas em Manaus

As características morfométricas do relevo de Manaus revelam sua forte influência no desenvolvimento de processos erosivos intensos e conseqüentemente no surgimento de voçorocas, principalmente na porção leste, no Platô Leste. Conforme se verifica no **MAPA 7** (página 128), predominam encostas com forte declividade, característica que foi confirmada em campo com o cadastramento (**ANEXO 4**), e onde se constatou que 46 das 62 voçorocas ali existentes encontram-se em encostas com declividades superiores a 20°.



Fonte: Modificado de IMPLAN/CPRM (1996).

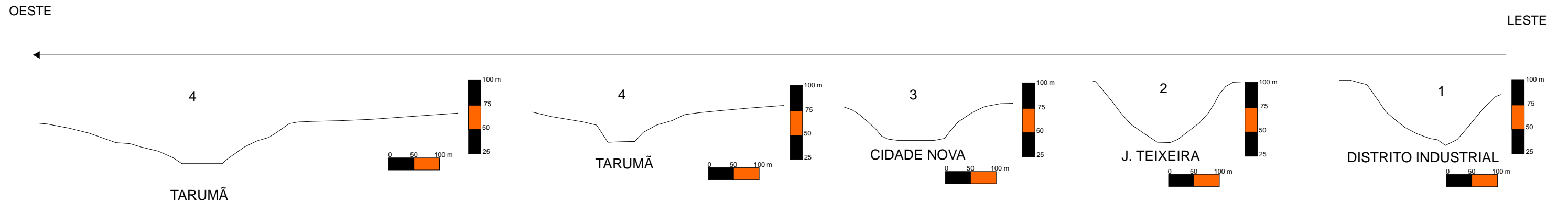
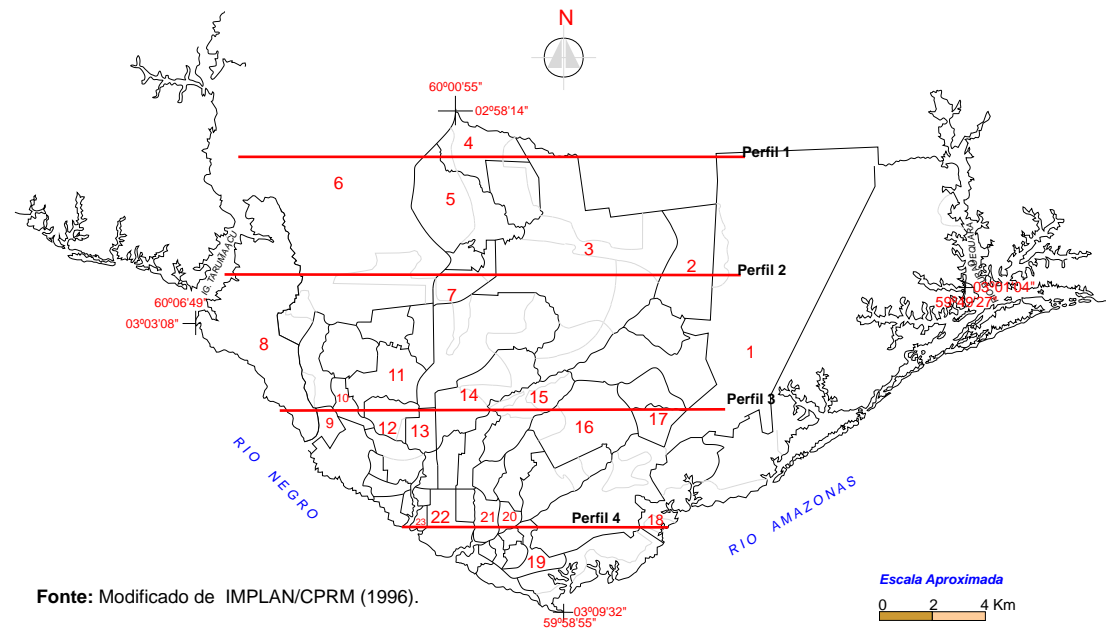


FIGURA 60 - Tipos de vales em Manaus (AM). (Altitudes acima do nível médio do mar).

Organização: Antonio Fábio G. Vieira
Fonte: IMPLURB (2006)



BAIRROS

- | | | | |
|------------------------|--------------------------|--------------------|------------------|
| 1. DISTRITO INDUSTRIAL | 7. COLÔNIA SANTO ANTÔNIO | 13. CHAPADA | 19. CRESPO |
| 2. JORGE TEIXEIRA | 8. PONTA NEGRA | 14. PARQUE 10 | 20. RAIZ |
| 3. CIDADE NOVA | 9. STO. AGOSTINHO | 15. ALEIXO | 21. CACHOEIRINHA |
| 4. SANTA ETELVINA | 10. NOVA ESPERANÇA | 16. COROADO | 22. CENTRO |
| 5. COLÔNIA TERRA NOVA | 11. ALVORADA | 17. ARMANDO MENDES | 23. APARECIDA |
| 6. TARUMÃ | 12. DOM PEDRO | 18. MAUAZINHO | |

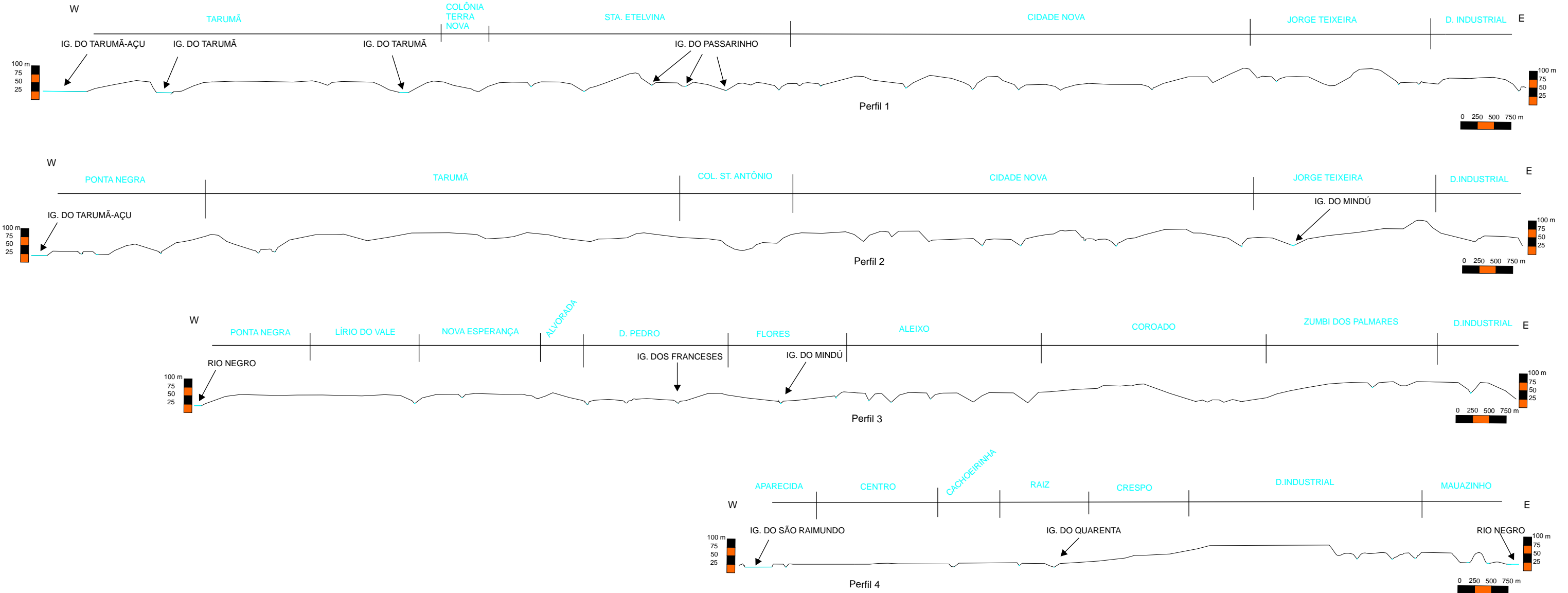
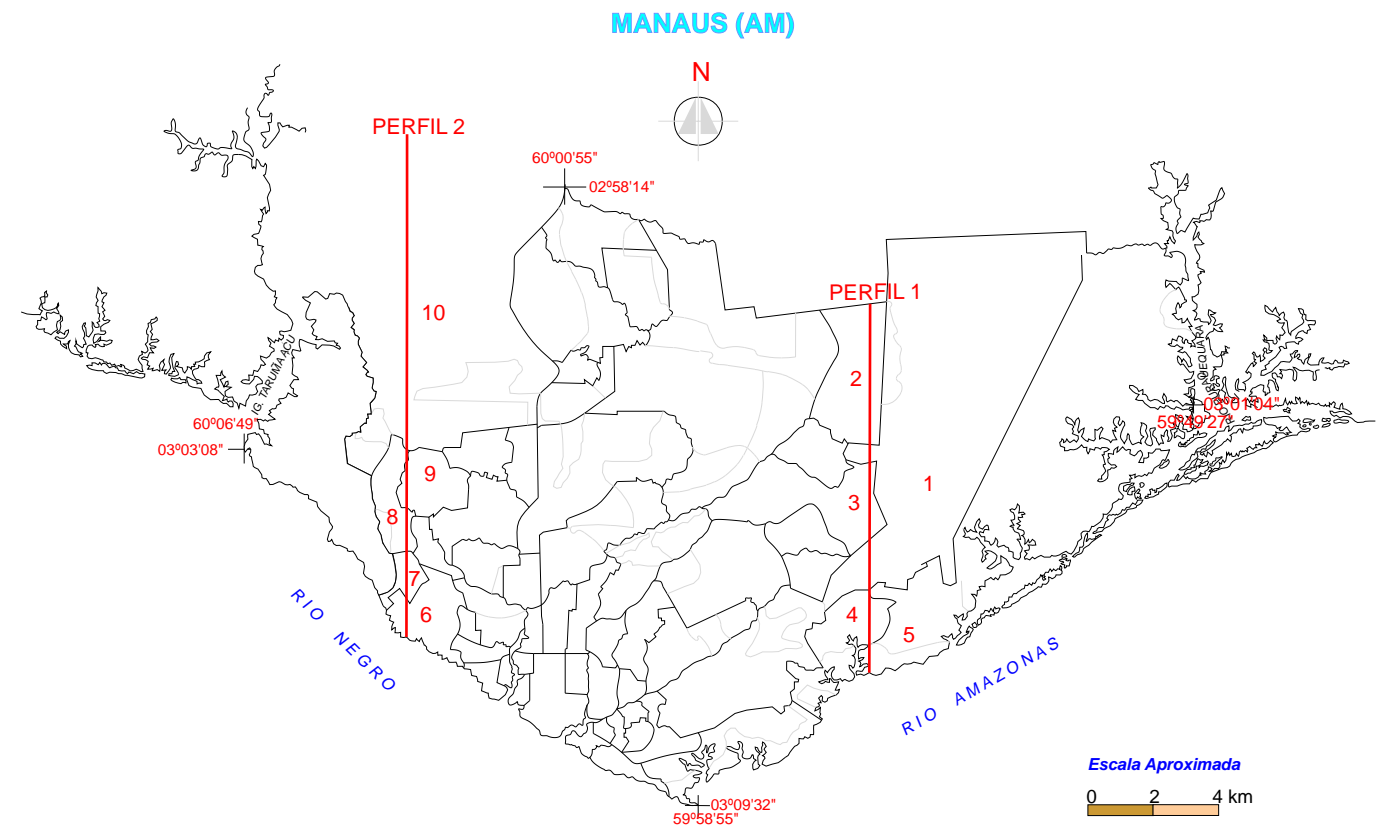


FIGURA 61 - Perfis topográficos - Leste/Oeste de Manaus (AM)

Organização: Antonio Fábio G. Vieira
 Fonte: SEMOSB (1991)



BAIRROS

- 1. DISTRITO INDUSTRIAL
- 2. JORGE TEIXEIRA
- 3. SÃO JOSÉ
- 4. MAUZINHO
- 5. COLÔNIA ANTÔNIO ALEIXO
- 6. COMPENSA
- 7. SANTO AGOSTINHO
- 8. LÍRIO DO VALE
- 9. PLANALTO
- 10. TARUMÃ

Fonte: Modificado de IMPLAN/CPRM (1996).

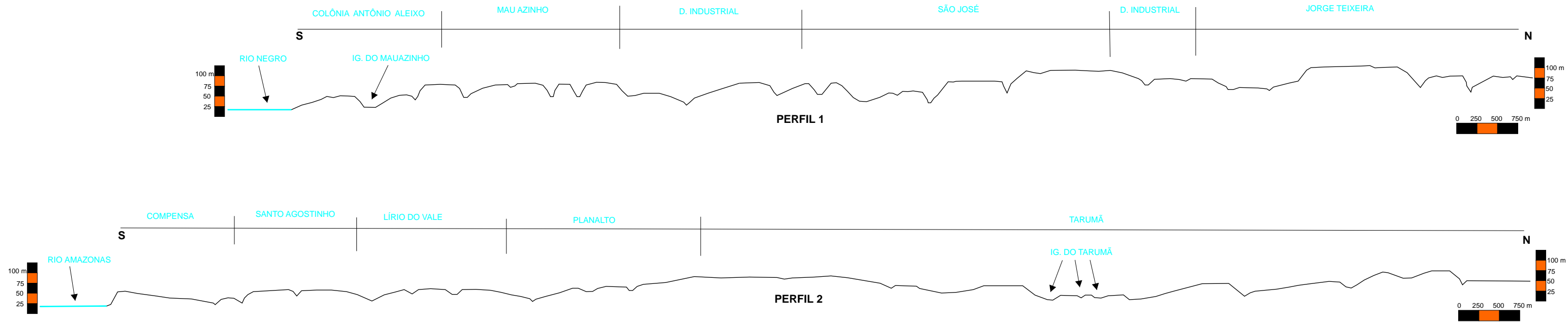


FIGURA 62 - Perfis topográficos - Norte-Sul de Manaus (AM)

Organização: Antonio Fábio G. Vieira
Fonte: SEMOSB (1991)

O comprimento das encostas também difere entre os platôs, no Norte o maior comprimento observado foi superior a 1000 m, enquanto no Platô Leste os maiores comprimentos de encosta não são superiores a 420 m. A combinação da maior altitude com o menor comprimento das encostas resulta em maior declividade (**MAPA 6**, página 126). Outra característica relacionada às encostas reside no fato de as voçorocas de Manaus estarem situadas em encostas com perfil longitudinal convexo, reforçando assim a influência da declividade no desenvolvimento deste tipo de feição erosiva.

Outra diferença entre esses platôs refere-se a maior largura do Norte em relação ao Leste. No primeiro, foi possível verificar que a largura média fica em torno de 701 m, variando entre 287 m (menor largura) a quase 2.000 m (maior largura), enquanto no outro a largura média é de 379 m, variando entre 75 m (menor largura) a 875 m (maior largura). Conseqüentemente, os vales localizados no entorno do Platô Leste são mais estreitos, podendo ser classificados em alguns pontos como encaixados. Na **FIGURA 60** (página 143), é possível perceber a diferença entre os vales do Platô Norte e os do Platô Leste. Essas características, somadas ao conjunto das características das bacias de leste, confirmam a maior dissecação do relevo nessa porção da cidade (**MAPA 7**, página 128), favorecendo assim a maior ocorrência de voçorocamentos.

A diferença entre esses platôs está ligada também a maior altimetria do Platô Leste, cuja maior parcela fica entre 85 m e 105 m de altitude, enquanto no Platô Norte a altimetria fica em torno de 65 e 85 m (**MAPA 7**); no primeiro encontra-se a maior altitude da cidade, que é de 119 m. O resultado dessas características geomorfológicas reflete a distribuição das voçorocas em Manaus: 62 estão no Platô Leste, 24 estão no Platô Norte e 5 voçorocas se encontram no Platô 1º. BIS (Amv).

As formas das voçorocas também diferem por platôs: são 47 retangulares, 3 lineares, 6 bifurcadas e 6 ramificadas, localizadas no Platô Leste. No Platô Norte 16 são retangulares, 5 bifurcadas e 3 lineares, totalizando 24 voçorocas. Outras 5 voçorocas encontram-se no pequeno Platô do 1º BIS - (Amv): 1 retangular, 1 linear e 3 ramificadas. Conforme já discutido

neste trabalho (páginas 56 a 58) as formas das voçorocas revelam o estágio de desenvolvimento da incisão, que atinge seu ápice na forma retangular. Nesse sentido, verifica-se (**MAPA 7** página 128, e **ANEXO 10**) que no Platô Leste estão localizadas 49 voçorocas retangulares das 66 existentes na cidade, significando que a forma do relevo (forte dissecação) contribui diretamente na sua rápida evolução.

No Platô Norte as voçorocas retangulares (n=16) podem ser separadas em 3 grupos: 1) voçorocas que existem há mais de 10 anos (n=7); 2) voçorocas localizadas em áreas bastante degradadas (n=2) e 3) voçorocas onde as características morfométricas do relevo são semelhantes às do Platô Leste (n=5) principalmente no que se refere a declividade e comprimento da encosta. A voçoroca retangular existente no Platô 1º BIS (Amv): encontra-se em terreno bastante degradado: desmatado, terraplanado e superfície encrostada.

4.2.4. Clima: Chuva

O principal elemento que compõe o processo de surgimento e expansão das voçorocas em Manaus é a chuva, cuja distribuição no espaço urbano de Manaus não é homogênea, como se verificou em sete estações pluviométricas espalhadas pela cidade (AGUIAR, 1995). As estações denominadas hidrovias (perto do rio Negro) apresentaram no mês de agosto (mês seco) o menor registro (89,6 mm - hidrovia 1) e o máximo na estação 7 (Redenção - distante do rio Negro) com total de 197,0 mm (ambas no ano de 1994). O fator que contribuiria para os índices mais baixos de chuvas nas estações próximas do rio estaria ligado à "brisa fluvial" que as afastaria dali (AGUIAR, 1995). No centro e no "eixo" da cidade, área de maior adensamento urbano, tende a chover menos (considerando o mês de março de 1995, o mais chuvoso).

Outro aspecto ligado à precipitação se refere ao mês de agosto/1994 em que os menores índices (menor que 100 mm) ocorreram na margem do rio e foram aumentando gradativamente em direção aos limites urbanos da cidade. Em março de 1995 não ocorreram grandes diferenças na distribuição nem no total de chuva. Ainda assim, o centro da cidade apresentou o menor índice

pluviométrico (menor que 200 mm) ao passo que ao se afastar do centro em direção aos limites urbanos da cidade o total pluviométrico aumentou, ficando entre 200 e 500 mm (AGUIAR, 1995), coincidindo com as áreas onde ocorre a maior parte das voçorocas em Manaus.

Em 1997 (VIEIRA, 1998) foram monitorados três pluviômetros (Zona Sul, Norte e Leste), os quais apresentaram também diferenças de distribuição espacial e temporal das chuvas. A Estação do INMET (Zona Leste) apresentou o total mais elevado, com 2.329,2 mm, seguido pelo pluviômetro localizado no Bairro Vila Buriti (Zona Sul), e o pluviômetro no conjunto Mundo Novo, no bairro da Cidade Nova (Zona Norte), apresentando respectivamente 2.088,7 mm e 1.982,5 mm.

Conforme já apresentado no *Capítulo 1*, verificou-se um aumento nos totais anuais nos últimos 90 anos de observações climatológicas, o que corresponde aos períodos de 1917 a 1946, 1947 a 1976 e 1977 a 2006, sendo respectivamente 2095,7 mm, 2206,4 mm e 2276,5 mm. No último período, os meses mais chuvosos são: abril (313,2 mm), março (307,2 mm), janeiro (282,2 mm), fevereiro (278,0 mm), maio (246,7 mm) e dezembro (227,8 mm), correspondendo também aos meses mais chuvosos do período da pesquisa (1995 a 2006).

Os dados de chuva do INMET (2007) permitiram calcular os índices de erosividade mensal em três períodos: a) 1917 a 1946; b) 1947 a 1976 e c) 1977 a 2006. Em termos médios, o mês de março apresentou o maior índice (43,3 mm), acompanhado pelos meses de abril (42,1 mm), janeiro (36 mm), fevereiro (34,7 mm), maio (23,1 mm) e dezembro (22,1 mm), configurando-se como os de maior erosividade em comparação ao restante dos meses do ano (**QUADRO 14**). Comparando essas médias com as dos últimos 10 anos (1995 a 2006) verifica-se que não há maiores diferenças, a não ser pelo fato de o mês de abril ter sido considerado o de maior erosividade desse período (59,4 mm).

Ao analisar somente o período correspondente a esta pesquisa (1995 a 2006), o mês de abril (59,4 mm) também se configura como o de maior erosividade, mas com um índice bem superior à média geral (1917 a 2006) e a média do último período (1977 a 2006). Quando comparado com as médias de todos os períodos analisados, o mês de Dezembro (19,3 mm) apresentou o menor índice. Por outro lado, os índices anuais dos três períodos climatológicos, inclusive o período que corresponde ao da pesquisa, apresentaram pequeno aumento, passando de 220,6 mm no primeiro período para 234,7 mm no último período, com destaque para o período da pesquisa em que o índice ficou em 246,6 mm. A possibilidade de surgimento e expansão de processos erosivos é maior nos meses de dezembro a maio, o que corresponde em média a 88% de toda a capacidade erosiva da chuva durante o ano.

QUADRO 14 – Índice de erosividade mensal (mm) para Manaus (AM)

ÍNDICE DE EROSIVIDADE MENSAL (mm) - 1917 a 2006													
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total
1917 a 1946	37,5	34,3	41,5	36,9	18,2	4,5	2,4	0,9	2,0	7,0	12,7	22,6	220,6
1947 a 1976	35,7	36,0	47,0	25,0	24,7	5,6	2,0	0,7	1,5	4,6	14,2	21,0	218,1
1977 a 2006	34,9	33,9	41,4	43,0	26,7	5,3	2,2	1,9	3,4	5,8	13,3	22,8	234,7
1917 a 2006	36,0	34,7	43,3	42,1	23,1	5,1	2,2	1,1	2,2	5,7	13,4	22,1	231,0
1995 a 2006	37,3	29,9	42,3	59,4	28,2	5,6	1,0	1,8	3,4	3,9	14,4	19,3	246,6

No entanto, possíveis eventos episódicos de chuvas concentradas podem ser mais danosos do que aqueles observados nos meses de maior erosividade. Exemplo disso é o mês de novembro de 1989, quando o índice de erosividade ficou em 34,3 mm, bem superior à média geral do período de 1917 a 2006, que foi de 13,4 mm, assim como o mês de fevereiro que teve índice de 55,9 mm (1989), maior que a média mensal geral do mesmo período (34,7

mm). Nesse mesmo ano, o mês de maio foi o de maior erosividade, com o índice de 97,7 mm, bem acima da média do período de 23,1 mm.

Silva (2004) classificou o território brasileiro quanto à erosividade em: média (4,7%), médio-forte (26,3%) forte (10,6%) e muito forte (58,4%), cabendo à região noroeste do Amazonas as maiores taxas, enquanto a região Nordeste do Brasil apresentou as menores taxas. Segundo esse autor, a maior erosividade no Brasil ocorre de dezembro a janeiro, ficando com junho, julho, agosto e setembro as menores taxas do período. Conforme já discutido neste trabalho, em Manaus os meses com maior erosividade vão de dezembro a maio, enquanto os meses de menor erosividade correspondem aos meses que vão de junho a novembro (**QUADRO 14**). Nos meses de maior erosividade chove cerca de 88% do total precipitado durante o ano, resultando assim na maior possibilidade de erosão em Manaus.

4.2.5. Hidrografia

Conforme já descrito no Capítulo 1, existem no interior do sítio urbano de Manaus três grandes bacias: do Tarumã (175,5 km²), do São Raimundo (160,2 km²) e do Educandos (49,5 km²), cujos principais cursos d'água são respectivamente: o Igarapé do Tarumã (20,1 km), o Igarapé do Mindu (19,3 km) e o Igarapé do Quarenta (11,6 km) (**QUADRO 15**).

Na porção leste, na margem esquerda do rio Amazonas e na margem direita do rio Puraquequara estendem-se 7 bacias (bacias 13 a 19, **MAPA 8**) com média de área em torno de 11,9 km² e média de extensão dos canais principais de 4,9 km (variando de 881 metros a 11,9 km). As áreas dessas bacias variam de 0,55 km² a 37,9 km² em relevo bastante dissecado, com encostas de grandes declividades, separadas por vales encaixados, diferentes daqueles encontrados no restante da cidade. Somente nas bacias 15 e 18, nessa porção, ocorrem voçorocas, sendo 50 na primeira e 6 na segunda. As bacias de leste apresentam suas respectivas cabeceiras na borda leste do Platô Leste.

A densidade hidrográfica (Dh) calculada para essa porção fica em torno de 7,44 (média), sendo a maior Dh de 11,45 e a menor de 5,45. A densidade de drenagem (Dd) média é de 5,26, sendo a maior de 7,16 e a menor de 3,98 (**QUADRO 16**). Essas bacias oscilam com o nível do rio Amazonas, por apresentarem as menores abrangências em termos de área e conseqüentemente mais próximas do rio principal, propiciando grandes variações nos níveis de base locais e conseqüentemente nas taxas de erosão.

QUADRO 15 – Bacias urbanas de Manaus (AM)

Ord.	Rio *	Bacia	Área km ²	Extensão** Km	Porção	Área Média km ²	Extensão Média Km
1	Tarumã- Açú	Ig.Tarumã	175,500	20,100	Oeste	68,400	10,757
2		2	0,900	1,170	Oeste		
3		Ig.Gigante	28,800	11,000	Oeste		
4	Negro	Ig.São Raimundo	160,200	19,300	Sul	24,822	4,963
5		Ig.Educandos	49,500	11,690	Sul		
6		6	0,870	1,370	Sul		
7		Ig.Serraria	1,151	1,331	Sul		
8		Ig.Refinaría	2,993	2,940	Sul		
9		9	1,018	1,635	Sul		
10		10	0,749	1,077	Sul		
11	Amazonas	Ig.Mauazinho	2,499	2,325	Sul		
12		Ig.Mauá	4,422	2,996	Sul		
13		1	0,550	0,881	Leste		
14		12	2,270	2,418	Leste		
15		Ig.Col.Ant.Aleixo	25,991	7,600	Leste		
16		Ig.Lenha	3,161	2,826	Leste		
17		17	1,970	2,740	Leste		
18	Puraquequara	Ig.Boa Vista	37,931	11,982	Leste		
19		Ig.Inferno	11,664	6,525	Leste		
		Total	512,139				

* Rio no qual a bacia desemboca

** Extensão do canal principal da bacia

QUADRO 16 – Densidade hidrográfica e densidade de drenagem das bacias urbanas de Manaus (AM)

Bacia	Rio *	Voç. **	Núm. canais	Área km ²	Comp. ***	Dh	Dd	Média Dh	Média Dd	
1	Tarumã-açu	17	231	175,500	228,300	1,32	1,30	4,00	2,87	
2	Tarumã-açu		8	0,900	5,225	8,89	5,81			
3	Tarumã-açu		52	28,800	43,050	1,80	1,49			
4	Negro	12	211	160,200	208,525	1,32	1,30	4,26	2,59	
5	Negro		86	49,500	72,625	1,74	1,47			
6	Negro		4	0,870	2,575	4,60	2,96			
7	Negro		9	1,151	4,450	7,82	3,87			
8	Negro	1	12	2,993	7,825	4,01	2,61			
9	Negro		1	1,018	1,725	0,98	1,69			
10	Negro		7	0,749	3,175	9,35	4,24			
11	Amazonas	2	18	2,499	9,050	7,20	3,62	8,21	5,08	
12	Amazonas		44	4,422	22,150	9,95	5,01			
13	Amazonas		3	0,550	2,900	5,45	5,27			
14	Amazonas		26	2,270	9,030	11,45	3,98			
15	Amazonas	50	153	25,991	128,470	5,89	4,94			
16	Amazonas		25	3,161	17,700	7,91	5,60			
17	Amazonas		19	1,970	14,100	9,64	7,16			
18	Puraquequara	6	223	37,931	187,500	5,88	4,94	5,85	4,94	
19	Puraquequara		68	11,664	57,600	5,83	4,94			
							Bacias	Dh	Dd	
							Média por Zona	Oeste	4,00	2,87
								Sul	5,22	2,97
								Leste	7,44	5,26

* Rio no qual a bacia desemboca / ** Número de voçorocas / *** Comprimento total dos canais

Na porção sul encontram-se 9 bacias (bacias 4 a 12, **MAPA 8**), o que representa mais de 223 km² de área total. As bacias apresentam média de aproximadamente 24,8 km², variando em tamanho de área de 0,749 km² a 160,2 km² (bacia do São Raimundo). Os canais principais dessas bacias apresentam média de extensão em torno de 4,9 km. Nessa zona estão localizadas duas das três bacias mais importantes de Manaus: a bacia do São Raimundo e a Bacia do Educandos. Nessa zona estão também três bacias que apresentam voçorocas, sendo: a bacia do São Raimundo, a da Refinaria e a do Mauzinho com 12, 1 e 2 voçorocas, respectivamente. A densidade hidrográfica (*Dh*) calculada para essa zona fica em torno de 5,22 (média), a maior *Dh* com 9,35 e a menor com 0,98. Quanto à densidade de drenagem

(*Dd*) a média é de 2,97, a maior densidade de 4,24 e a menor de 1,3 (**QUADRO 16**).

Na porção Oeste, a área ocupada pelas bacias 1 a 3 (**MAPA 8**) alcança 205,2 km². Comparando com as outras zonas, nesta estão as maiores médias, tanto para área com 68,4 km² quanto para a extensão dos canais principais, em torno de 10,7 km. A principal bacia é a do Tarumã, ocupando uma área de 175,5 km². Nessa zona, a densidade hidrográfica (*Dh*) fica em torno de 4,00 (média), sendo a maior *Dh* de 8,89 e a menor de 1,32. A densidade de drenagem (*Dd*) média é de 2,87, sendo a maior de 5,81 e a menor de 1,3 (**QUADRO 16**).

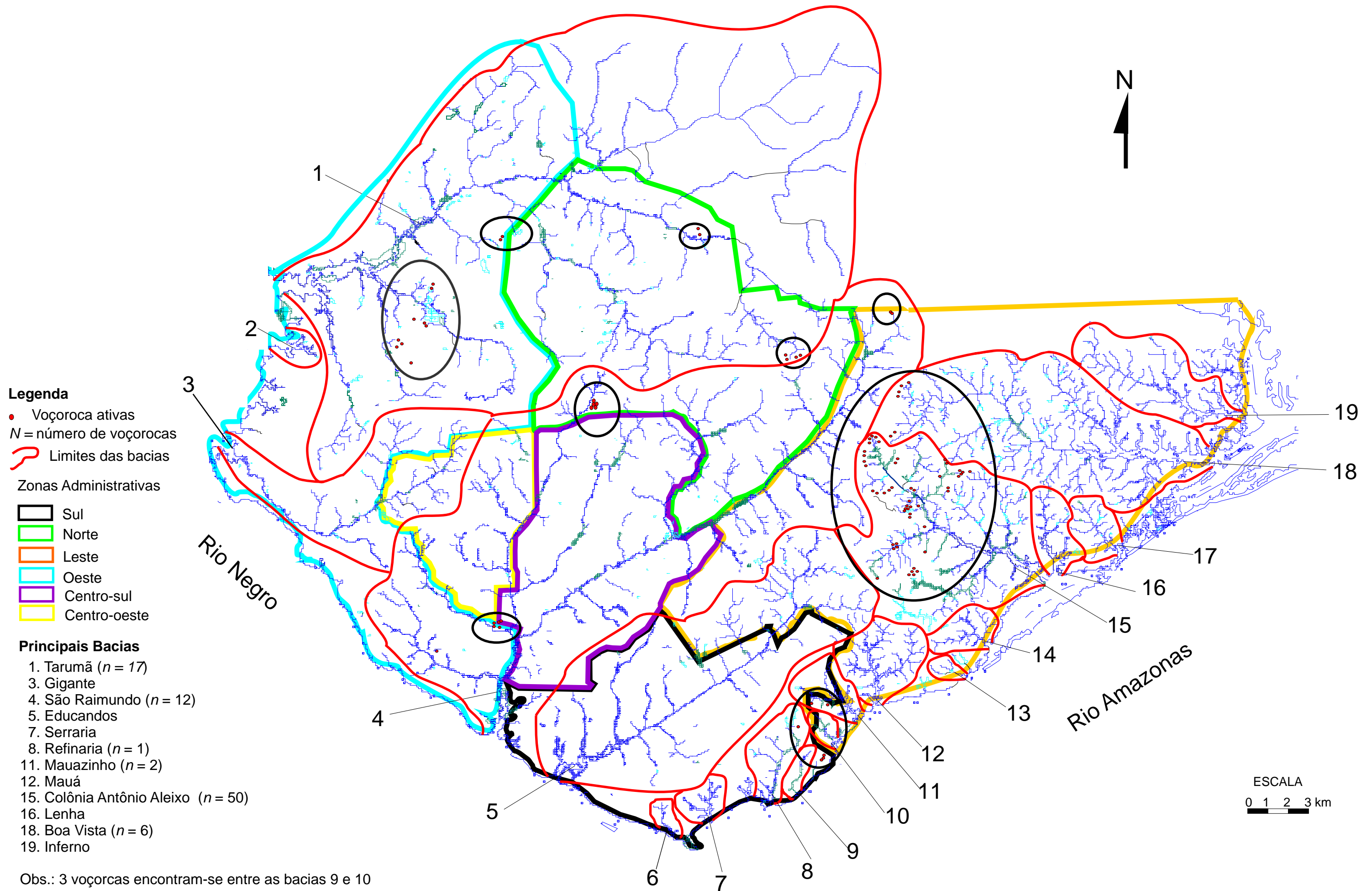
Analisando somente as bacias com ocorrência de voçorocas é possível perceber que a maior densidade de drenagem (*Dd*) ocorre na bacia da Colônia Antônio Aleixo, bacia Boa Vista e bacia do Mauzinho, onde estão localizadas 58 voçorocas, o que representa 63,7% do total de incisões cadastradas em Manaus, demonstrando que as características morfológicas da bacia influenciam no surgimento de voçorocas em Manaus. A densidade hidrográfica (*Dh*) dessas bacias também é elevada (**QUADRO 17**), sendo a bacia do Mauzinho (sul) a que apresenta a maior *Dh*, enquanto as bacias do São Raimundo e da Refinaria (sul), em conjunto com a bacia do Tarumã (oeste) têm os menores valores de *Dh* e de *Dd* (**QUADRO 17**).

QUADRO 17 – Densidade hidrográfica, densidade de drenagem e extensão do percurso superficial das bacias com ocorrência de voçorocas

Localização	Bacia	Número de voçorocas *	<i>Dh</i>	<i>Dd</i>	<i>Eps</i> **
Oeste	Tarumã (nº 1)	17	1,32	1,30	0,384
Sul	São Raimundo (nº 4)	12	1,30	1,30	0,384
	Refinaria (nº 8)	1	4,01	2,61	0,191
	Mauzinho (nº 11)	2	7,20	3,62	0,138
Leste	Colônia Antônio Aleixo (nº 15)	50	5,89	4,94	0,101
	Boa Vista (nº 18)	6	5,88	4,94	0,101
	Total	88			

* Outras três voçorocas encontram-se num pequeno platô localizado entre as bacias 9 e 10.

** Os valores estão expressos em km e resultam em valores médios.



Com base nos dados de *Dd* foi calculada a extensão do percurso superficial (*Eps*) das bacias com ocorrência de voçorocas e os resultados demonstram que as bacias de leste apresentam as menores distâncias percorridas pelas enxurradas entre o interflúvio e o canal permanente, com 101 m, diferente das bacias maiores (Tarumã e São Raimundo) com resultado de 384 m e essas menores distâncias podem ser explicadas pela característica dissecadas dessas bacias (**MAPA 8** e **QUADRO 17**). Os valores de *Dd* e *Dh* dependem muito das áreas das bacias, que no caso das bacias com maior concentração de voçorocas configura-se como sendo bastante dissecado, fator natural para o desenvolvimento de feições erosivas diversas.

Comparando os dados fluviométricos (períodos de vazante e enchente entre 1917 e 2006), os dados pluviométricos do mesmo período e o Mapa das bacias, percebe-se que a maioria das voçorocas da Zona Leste (n=58) está situada na bacia nº 15, da Colônia Antônio Aleixo com 50 voçorocas, a qual recebe influência direta das variações fluviométricas do rio Amazonas, aumentando rapidamente os cursos d'água; tais condicionantes aliadas às características topográficas (encostas convexas, grande declividade e vales estreitos), às chuvas e ao desmatamento, deixam esse ambiente bastante susceptível a processos erosivos intensos, o que a diferencia da bacia do Tarumã, localizada na Zona Oeste, por exemplo. Nessa bacia (nº 15), a extensão do canal principal e da área de abrangência, somados à declividade das encostas, torna-a susceptível a voçorocamentos. A **FIGURA 63** apresenta o perfil longitudinal das bacias com ocorrência de voçorocas em Manaus, mostrando que a enchente dos rios principais exerce maior influência nas bacias menores.

Os dados pluviométricos (**GRÁFICO 40**) e fluviométricos (**GRÁFICO 41**) do período de 1995 a 2006 indicam que a combinação entre superfície mais exposta nos meses de setembro a janeiro (cota média entre 18 e 21 m) e o aumento das chuvas mais concentradas a partir do mês de outubro que se estende até abril deixa a superfície das bacias mais susceptíveis a processos erosivos e movimentos de massa, uma vez que se tem maior superfície exposta às chuvas e às oscilações dos níveis freáticos. De fevereiro a abril,

FIGURA 63 – Perfis longitudinais das bacias com ocorrência de voçorocas em Manaus (AM).

Fonte: Dados fluviométricos do rio Negro do período de 1997 a 2006 (CPRM, 2007); Cartas Topográficas em escala de 1:10.000 (IMPLURB, 2006).

onde os totais pluviométricos variam de 260 mm a 370 mm, com as cotas variando entre 22 m a 26 m, verificam-se ainda processos erosivos de grande intensidade. Nos meses de maio a setembro, com a diminuição dos totais de chuva de 260 mm em maio para cerca de 80 mm em setembro (julho e agosto são geralmente os meses onde os totais pluviométricos são os menores do ano, podendo ficar abaixo de 50 mm) e com os níveis fluviométricos entre 26 m e 28 m (menor superfície exposta), ocorre uma forte diminuição dos processos erosivos das chuvas.

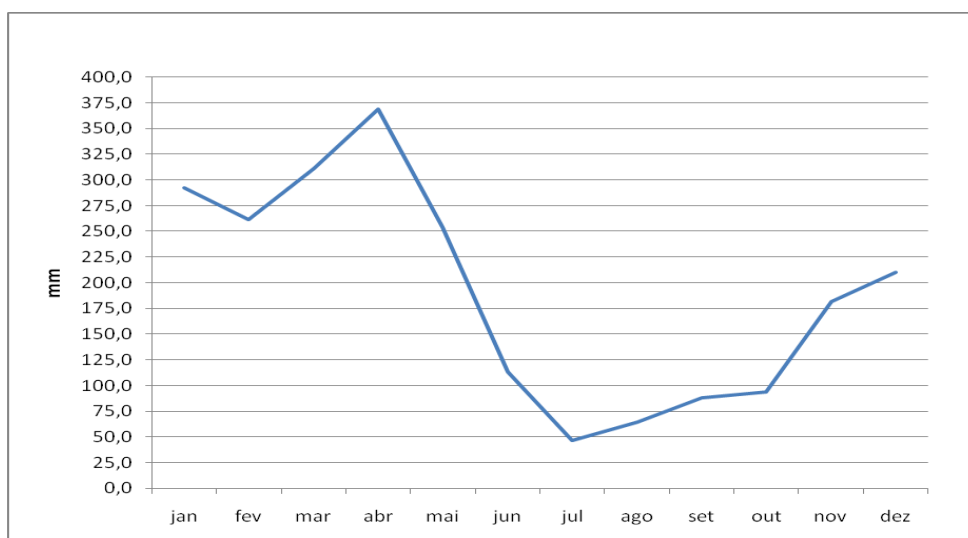


GRÁFICO 40 – Dados pluviométricos do período de 1995 a 2006 (média mensal). Manaus (AM).

Fonte: Dados pluviométricos do período de 1901 a 2006 (INMET, 2007).

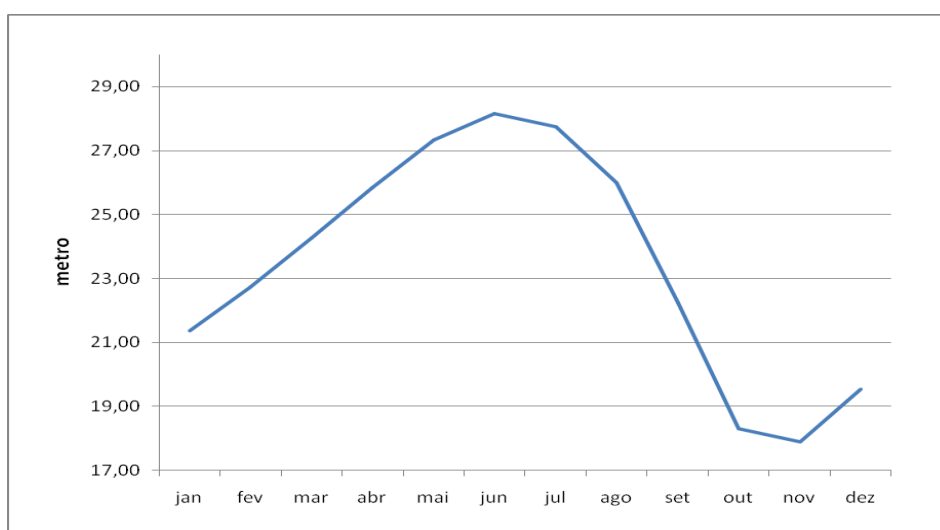


GRÁFICO 41 – Dados fluviométricos do período de 1995 a 2006 (Rio Negro). Manaus (AM).

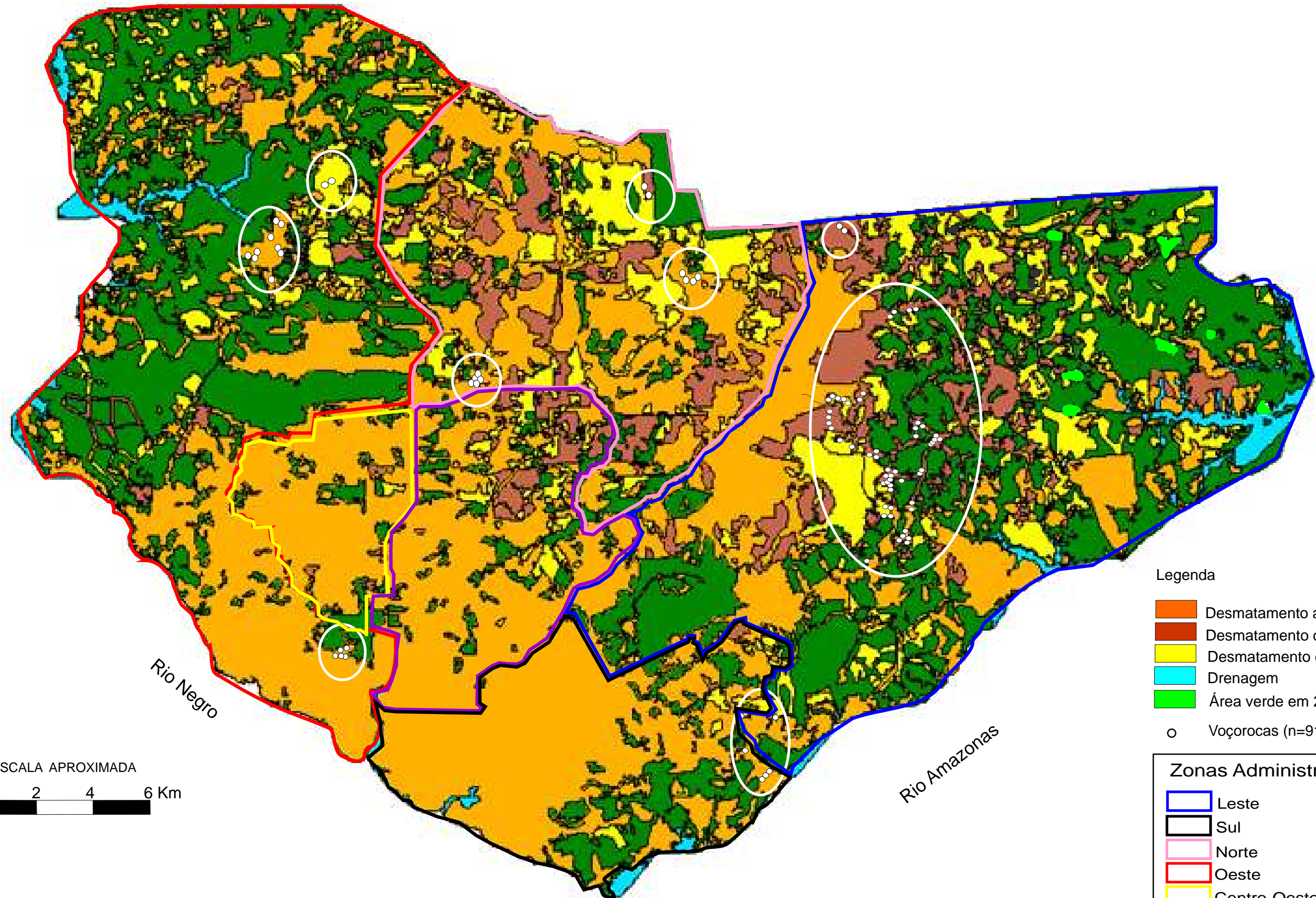
Fonte: Dados fluviométricos do período de 1902 a 2007 (CPRM, 2007).

4.2.6. Vegetação

A partir do cadastramento/recadastramento, verificou-se que a maioria das voçorocas em Manaus, num total de 84 incisões (92,3 %), surgiram em áreas onde a vegetação natural havia sido retirada para dar lugar a ocupação, enquanto somente 7 voçorocas (7,7 %) se originaram em áreas com vegetação. Neste último caso, as voçorocas surgiram da canalização das águas pluviais e servidas, lançadas diretamente na encosta sem nenhum critério técnico, como a existência de dissipadores de energia. A existência de canalizações nas cabeceiras de algumas voçorocas deixa evidente a importância da drenagem artificial como fator formador de algumas voçorocas, como se verá no item seguinte.

Conforme os primeiros relatos de surgimento de voçorocas em Manaus, até 1987 somente 02 voçorocas haviam sido descritas (VERTANATTI e BARANCOSKI, 1987). De 1987 a 1995 foram registradas 27 voçorocas no cadastramento realizado em 1995 (VIEIRA e LIMA, 1995). No período de 1996 a 2004 contavam-se 17 voçorocas ativas do período anterior e mais 26 novas incisões (VIERA *et al*, 1999; VIEIRA e MOLINARI, 2005), totalizando 43 voçorocas ativas em Manaus. De 2005 a 2006 somam-se ao total existente 48 novas voçorocas, completando 91 incisões ao final de 2006. Comparando os períodos do desmatamento com o surgimento das voçorocas em Manaus, percebe-se que o surgimento dessas incisões foi aumentando a cada período, passando de duas incisões até 1986, para 27 em 1995, e 91 até 2004, ou seja, à medida que aumenta o desmatamento, aumenta também o número de voçorocas.

No **MAPA 9** percebe-se que as Zonas Leste e Oeste (limites da zona urbana) são ainda as áreas com maior cobertura vegetal. No entanto, com a crescente pressão por novas áreas, a tendência é que essas continuem perdendo áreas verdes, principalmente a Zona Leste, palco das ocupações mais recentes na cidade. O mapa mostra que a maioria das voçorocas está localizada nas áreas desmatadas entre 1995 e 2004, e um menor número entre 1986 e 1995. Logo, o desmatamento recente tem forte relação com o surgimento de voçorocas em Manaus. Destacando as zonas Leste, Norte e



Legenda

- Desmatamento até 1986
- Desmatamento de 1987 a 1995
- Desmatamento de 1996 a 2004
- Drenagem
- Área verde em 2004
- Voçorocas (n=91)

Zonas Administrativas

- Leste
- Sul
- Norte
- Oeste
- Centro-Oeste
- Centro-Sul
- Voçoroca

ESCALA APROXIMADA
0 2 4 6 Km

Organização: Antonio Fábio G. Vieira
Fonte: SIPAM (2005)

Oeste como as que apresentam as maiores áreas desmatadas no período de 1986 a 2004, já destacado nos **MAPAS 1 e 9**, páginas 38 e 159, respectivamente e conforme se verifica na **FIGURA 64** a seguir.

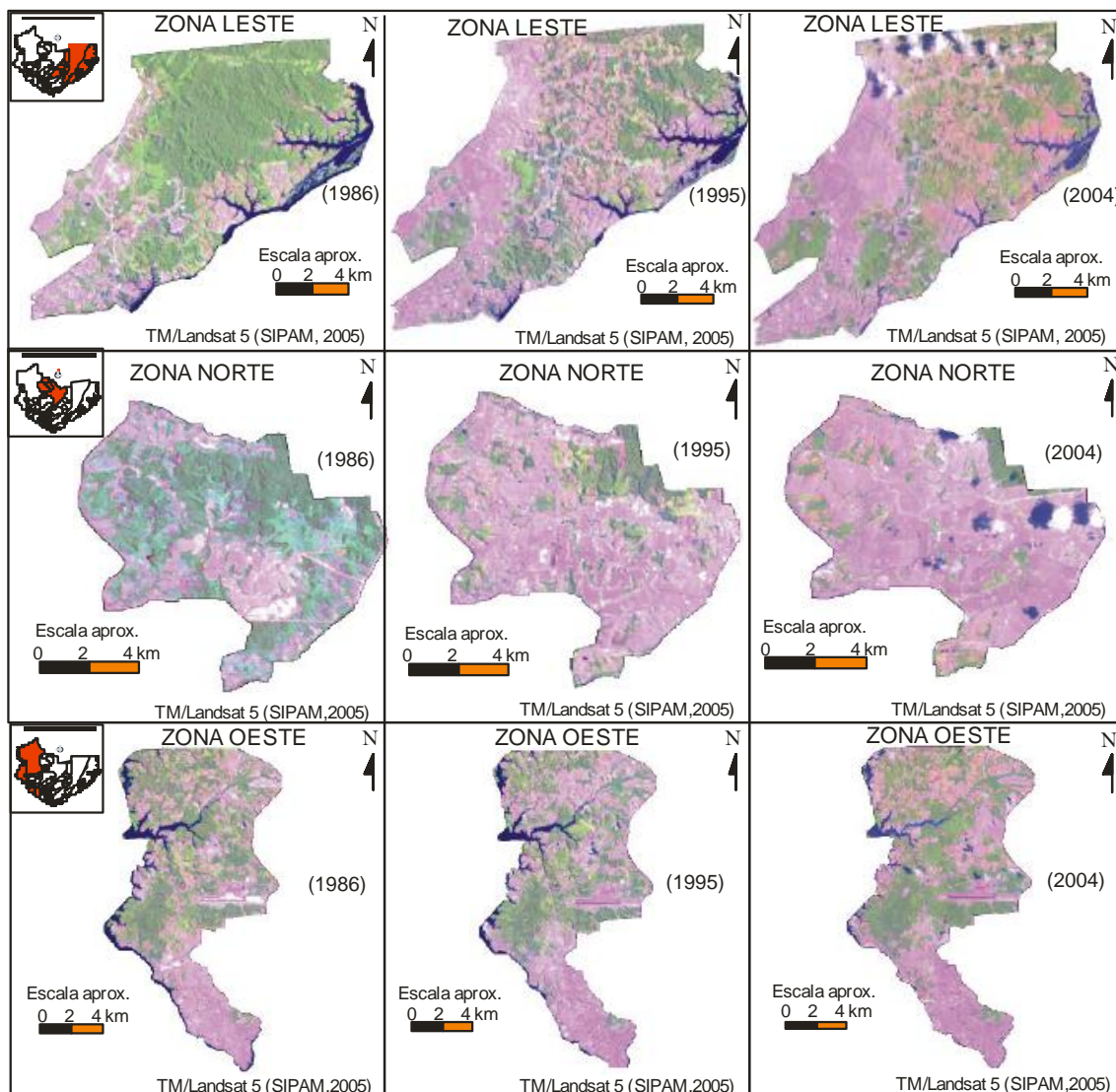


FIGURA 64 – Evolução do desmatamento nas zonas Leste, Norte e Oeste nos anos de 1986, 1995 e 2004.

4.3. DANOS URBANOS E AMBIENTAIS ASSOCIADOS À EROSÃO POR VOÇOROCAS

4.3.1. Uso e ocupação das áreas com ocorrência de voçorocas

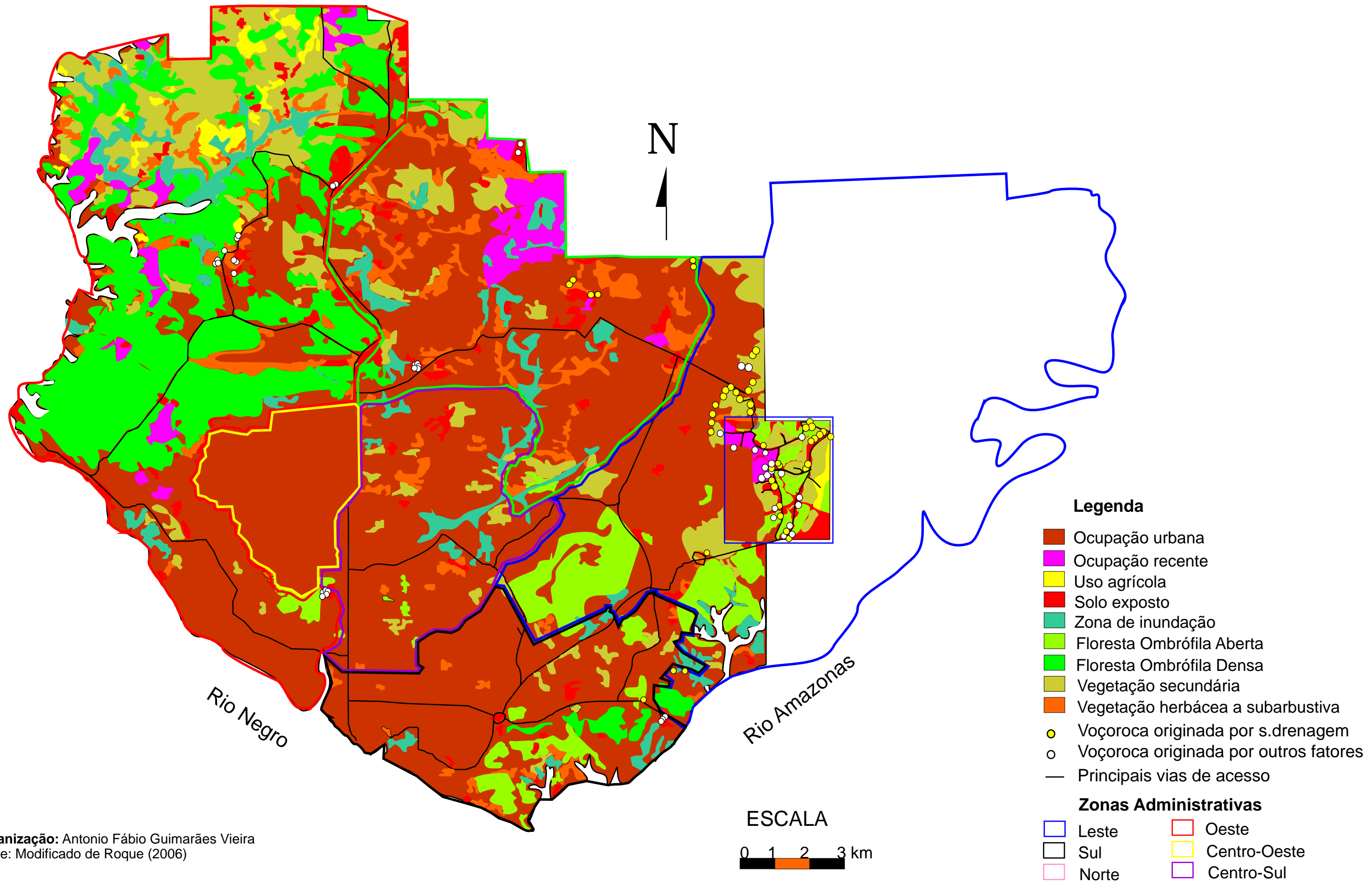
As fichas cadastrais permitiram registrar as peculiaridades relativas a uso e ocupação de cada área afetada pela ocorrência de voçorocas. No processo de ocupação do espaço urbano de Manaus, a partir da década de 90 (século XX) áreas anteriormente desprezadas, como encostas e fundos de vale, passam a ser ocupadas (NAVA, 1998). No **MAPA 10** observa-se que as voçorocas desenvolvem-se sobre área urbanizada (ocupação urbana consolidada, ocupação recente e em solo exposto – sem ocupação).

Entre os vários aspectos observados nos levantamentos de campo, no que tange a influência antrópica no surgimento e na expansão das voçorocas em Manaus estão: drenagem, desmatamento, terraplanagem e exploração mineral (**QUADRO 18**). Esses fatores não ocorrem isoladamente, estão associados (combinados) com outros fatores, conforme se verificou no cadastramento realizado para este trabalho.

QUADRO 18 – Histórico da ocorrência de voçorocas em Manaus (AM)

Ord.	Tipo de influência antrópica	Quantidade Voçorocas	%
1	Desmatamento	3	3,3
2	Desmatamento, exploração mineral	6	6,5
3	Drenagem artificial	29	31,9
4	Desmatamento, terraplanagem	53	58,3
	Total	91	100

Quando atuou associado com outros aspectos, como a terraplanagem (58,3 %) ou a exploração mineral (6,5 %), o desmatamento foi um fator importante no surgimento de 68,1 % (n=62) das voçorocas existentes em relação a 31,9 % de influência exclusiva da drenagem (n=29). No entanto, mesmo quando a drenagem foi o principal fator no surgimento de voçorocas, o desmatamento também estava presente em boa parte das incisões: em 84 voçorocas, (92,3 %) a área de cada uma dessas incisões estava desmatada e



Organização: Antonio Fábio Guimarães Vieira
Fonte: Modificado de Roque (2006)

somente 7 voçorocas (7,7%) ainda apresentavam a vegetação, 1 com vegetação primária e 6 com vegetação secundária.

Na **FIGURA 65** observa-se a ocorrência de 5 voçorocas como resultado de desmatamento e terraplanagem na década de 80, para a construção do Colégio Militar de Manaus, que acabou não se concretizando, deixando a área exposta aos efeitos das chuvas, dando origem a processos erosivos em suas diversas feições: sulcos, ravinas e voçorocas. A prática do desmatamento e terraplanagem é comum nas ocupações ordenadas em Manaus. No entanto, a área alterada nem sempre é ocupada imediatamente depois de concluída a terraplanagem, ficando o terreno exposto à ação das chuvas. Em outra situação o desmatamento avança em direção à borda dos platôs, fazendo com que todo o volume de chuva que chega à superfície se direcione para a encosta, onde pode ocorrer a formação de incisões erosivas.

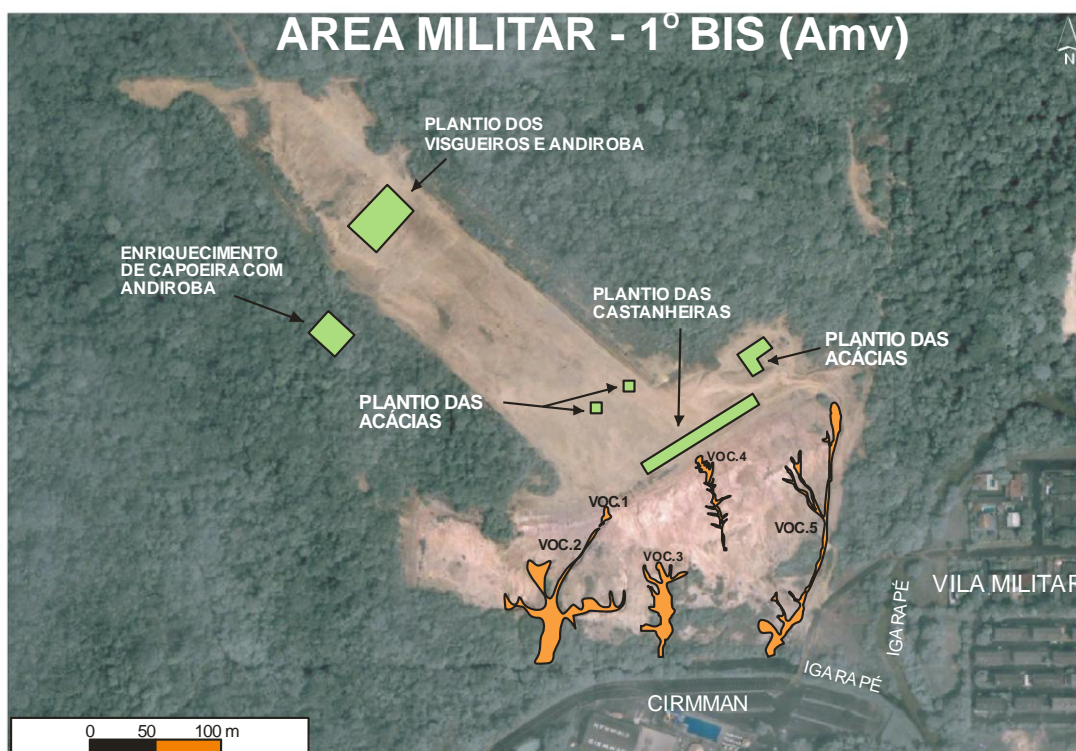


FIGURA 65 - Parte da área do 1º BIS (Amv). A área clara representa a parcela desmatada e terraplanada; os quadrantes verdes constituem pequenas áreas de plantio florestais utilizados na recuperação da área degradada, e as manchas laranja representam as 5 voçorocas ali existentes.

Fonte: imagem do Satélite *QuickBird*, 2004. SIGLAB-INPA (Manaus-AM).

Dessa forma, a ocorrência de voçorocas em Manaus apresenta relação com o desmatamento, com a terraplanagem e/ou a exploração mineral, com a drenagem artificial e/ou combinação desses aspectos. Com o levantamento em campo foi possível também caracterizar aspectos das áreas a montante (**QUADRO 19**) e a jusante das voçorocas (**QUADRO 20**).

QUADRO 19 – Uso e ocupação da área a montante das voçorocas

Ord.	Características	Quantidade Voçorocas	%
1	Desmatada	10	11
2	Desmatada, terraplanada	33	36,3
3	Urbanizada	48	52,7
	Total	91	100

A jusante das voçorocas a área é caracterizada por: desmatamento; desmatamento e terraplanagem; moradias; curso d'água; vegetação e vale assoreado. Conseguiu-se averiguar que a jusante dessas incisões, num total de 19 voçorocas, ou seja, 20,9 % do total, encontram-se ocupadas por moradias (**FIGURA 66**) ou urbanizadas, com ruas. A grande maioria das voçorocas exerce influência direta no assoreamento dos vales e dos cursos d'água, além de a vegetação também sofrer com o acúmulo de sedimentos. Essa sedimentação altera as condições superficiais do solo na área vegetada, resultando na morte de várias espécies (**FIGURA 67**).

QUADRO 20 – Uso e ocupação da área a jusante das voçorocas

Ord.	Tipo de influência antrópica	Quant. Voçorocas	%
1	Desmatada, terraplanada	2	2,2
2	Área assoreada	3	3,3
3	Vegetação	4	4,4
4	Desmatada	10	11,0
5	Moradias e/ou urbanizada	19	20,9
6	Curso d'água	53	58,2
	Total	91	100

As informações a respeito das características da área a jusante das voçorocas, os danos materiais e os danos ambientais servem para demonstrar

quão grande é o problema relacionado ao surgimento das voçorocas em Manaus.



FIGURA 66 – Moradias (setas vermelhas) a jusante da voçoroca nº 43. João Paulo II. Bairro Jorge Teixeira. Zona Leste. Manaus-AM. (2006).



FIGURA 67 – Voçoroca nº 37 (seta). A área de deposição dos sedimentos oriundos dessa incisão erosiva tem provocado a morte de várias espécies vegetais (área circundada em vermelho). Bairro Distrito Industrial 2. Zona Leste. Manaus-AM. (2006).

Em termos de danos ambientais (**QUADRO 21**) a voçoroca provoca a inutilização da área ao seu redor, e a perda de solo contribui para o assoreamento dos cursos d'água a jusante da maioria das incisões. O assoreamento da área a jusante da incisão ocorre em 75 das voçorocas existentes, o que equivale a 82,41 % do total. A perda total de material erodido das voçorocas corresponde a 2.083.894 m³ (**ANEXO 3**).

QUADRO 21 – Principais danos ambientais decorrentes das voçorocas

Ord.	Danos ambientais	Quant. Voçorocas	Área inutilizada m ²	Volume erodido m ³
1	Perda de área utilizável e solo, assoreamento	49	83.864,50	1.317.242,74
2	Perda de área utilizável e solo, assoreamento, lixo	25	36.539,50	556.466,95
3	Perda de área utilizável e solo	14	12.478,26	165.727,32
4	Perda de área utilizável e solo, lixo	3	4.105,60	44.457,12
5	Total	91	136.987,86	2.083.894,13

Foi possível destacar que alguns parâmetros dimensionais, e conseqüentemente valores relativos a danos materiais (**QUADRO 22**) e a perda de área por unidade de voçoroca (**QUADRO 23**), a área total erodida por zonas, o volume erodido e os danos materiais diferem grandemente entre as voçorocas de cada zona (**ANEXO 4**). Os danos médios ficam em torno de R\$ 72.500,00 para cada voçoroca, muito embora variem de R\$ 529,18 (menor dano – Bairro Tarumã / Zona Oeste) a R\$ 538.254,60 (maior dano –Bairro Distrito Industrial / Zona Leste). A Zona Oeste foi a que apresentou o menor dano médio por voçoroca, seguida pela Zona Norte, Leste e Sul. Por outro lado, em termos absolutos as zonas ficam assim organizadas da menor para o maior: Zona Norte, Zona Oeste, Zona Sul e a Zona Leste.

QUADRO 22 – Danos materiais (R\$) por voçoroca

	Norte	Oeste	Sul	Leste
Menor dano	713,55	529,18	59.110,01	6.272,33
Maior dano	63.704,72	74.623,03	280.043,28	538.254,60
Dano médio	16.823,00	14.585,11	138.385,12	96.464,33
Dano total	218.899,05	233.361,89	553.540,49	5.594.931,67

QUADRO 23 – Perda de área utilizável (m²) por voçoroca

	Norte	Sul	Leste	Oeste
Menor área	56,00	1.058,75	91,50	62,63
Maior área	1.951,14	5.016,00	7.852,00	4.000,00
Área média	536,89	2.478,68	1.920,35	544,57
Área total	6.979,63	9.914,75	111.380,40	8.713,16

Os dados relativos aos volumes erodidos das voçorocas distribuídas por zonas (**QUADRO 24**) demonstraram que a Zona Leste foi a que teve a maior perda, totalizando 1.804.985,99 m³, enquanto a Zona Norte teve as menores perdas, com um total de 49.676,42 m³. Primeiro há de se considerar que a maior parte das voçorocas se encontra na Zona Leste, no Platô Leste, área onde topografia e solo (encostas convexas e latossolos com mais de 10 m de espessura) favorecem o aprofundamento das incisões erosivas. Já na Zona Norte, Platô Norte, 53,9 % das voçorocas desenvolvem-se em superfície com baixa declividade, solo raso e na proximidade de cursos d'água, o que resulta no menor aprofundamento da incisão. Levando em consideração a análise por voçoroca/zona (**ANEXO 4**), verificou-se que o menor volume erodido correspondeu a voçoroca localizada na Zona Norte (Platô Norte) (63,18 m³), ao passo que o maior volume erodido (126.000 m³) foi da voçoroca localizada na Zona Leste (Platô Leste). No entanto, a Zona Sul apresentou a maior média em termos de volumes erodidos, com 40.600,48 m³, o que classificaria as voçorocas dessa zona como muito grandes.

QUADRO 24 – Volume erodido (m³) por voçorocas – Distribuição por zonas

	Norte	Sul	Leste	Oeste
Menor volume	63,18	17.998,75	756,00	181,61
Maior volume	21.924,00	93.799,20	126.000,00	50.400,00
Volume médio	3.821,26	40.600,48	31.120,44	4.176,86
Volume total	49.676,41	162.401,95	1.804.985,99	66.829,77

No que se refere aos danos materiais (dados qualitativos), destacam-se a perda de área, a destruição de aparelhos urbanos (vias de acesso, canaletas, poste da rede elétrica, tubulação de águas servidas e tratadas, canais pluviais) e moradias. Todavia, os valores aqui expressos referem-se apenas a perda de área (calculado pela área de cada voçoroca e o valor do m² em cada bairro, estabelecido pela Prefeitura de Manaus até junho/2006). No **QUADRO 25** observa-se a distribuição por bairros dos danos materiais em valores monetários (**ANEXO 6**).

O bairro Distrito Industrial é o que apresenta o maior número de voçorocas, num total de 39 incisões (43%), ocupando uma área de 68.855,90

m² e que resultou em danos materiais de R\$ 4.720.071,95. Urbanizada no final da década de 80, com pista asfaltada, sistema de drenagem (águas pluviais e servidas) e rede elétrica, essa área foi desmatada e terraplanada para receber empresas que ali seriam instaladas. No entanto, somente algumas áreas foram ocupadas, ficando a maior parte dos lotes expostos à ação das chuvas. O relevo dessa área apresenta encostas com grandes declividades, condições que, em conjunto com o sistema de drenagem artificial, favoreceram os processos erosivos, propiciando o surgimento de feições erosivas, entre as quais as 39 voçorocas ali existentes.

QUADRO 25 – Danos materiais por bairros

Ord.	Bairro	Unid.	Área m ²	Valor/m ² R\$ *	Total R\$
1	Col.Sant.Antonio	5	820,90	21,46	17.616,51
2	Tarumã	11	6.462,41	8,45	54.607,32
3	Mauzinho	2	7.280,00	8,93	65.010,40
4	São Jorge	5	2.250,75	79,42	178.754,57
5	Cidade Nova	8	6.158,75	32,65	201.082,53
6	São José	4	5.540,00	39,75	220.215,00
7	Vila Buriti	4	9.914,75	55,83	553.540,49
8	Jorge Teixeira	13	29.704,50	19,85	589.634,33
9	Distrito Industrial	39	68.855,90	68,55	4.720.071,95
	Total	91	136.987,90	-	6.600.533,10

* O valor do m² até junho/2006 (PMM, 2006).

No que se refere aos danos por zonas (**QUADRO 26**), percebeu-se que a Zona Leste é a que apresenta a maior ocorrência de voçorocas com total de 58 incisões (63,73 %), seguida pelas Zonas Oeste com 16 (17,6 %), Zona Norte com 13 (14,3 %) e Zona Sul com 4 voçorocas (4,4 %). Ao todo, as 91 voçorocas provocaram a perda de uma área de 136.883,22 m² e um dano em valores monetários de R\$ 6.600.533,10 (valor relativo somente a perda da área pela incisão para toda cidade até junho/2006).

QUADRO 26 – Danos materiais por zonas (junho/2006)

Ord.	Zona	Unid.	Área m ²	Total R\$
1	Norte	13	6.979,65	218.699,04
2	Oeste	16	8.713,16	233.361,89
3	Sul	4	9.914,75	553.540,49
4	Leste	58	111.380,40	5.594.931,67
		91	136.883,24	6.600.533,10

Os danos materiais também estão relacionados à área do entorno da incisão. No **QUADRO 27** verificam-se os danos materiais (R\$) relacionados à ocorrência de voçorocas em Manaus, envolvendo a área total da voçoroca (abrangência = área da incisão + área inutilizada no entorno). No **QUADRO 28**, além desse item incluem-se aí os danos aos sistemas de drenagem pluviais, moradias e remoção de famílias das áreas afetadas.

QUADRO 27 – Área de abrangência das voçorocas e danos materiais (R\$) por bairros em Manaus (AM)

Ord.	Bairro	Área m2 (incisão)	Área m2 (abrangência)	Vir. m2 (R\$)*	Total (R\$)**
1	Col.Sant.Antonio	820,9	3.283,60	21,46	70.466,06
2	Tarumã	6.462,41	25.849,64	8,45	218.429,46
3	Mauazinho	7.280,00	29.120,00	8,93	260.041,60
4	São Jorge	2.250,75	9.003,00	79,42	715.018,26
5	Cidade Nova	6.158,75	24.635,00	32,65	804.332,75
6	São José	5.540,00	22.160,00	39,75	880.860,00
7	Vila Buriti	9.914,75	39.659,00	55,83	2.214.161,97
8	Jorge Teixeira	29.704,50	118.818,00	19,85	2.358.537,30
9	Distrito Industrial	68.855,90	275.423,60	68,55	18.880.287,78
		136.987,90	547.951,84	-	26.402.135,17

* Valor do m² até junho/2006 (PMM, 2006).

QUADRO 28 – Danos materiais globais (R\$) das voçorocas em Manaus (AM)

Ord.	Tipo de dano	Valor total (R\$)
1	Área de abrangência das voçorocas	26.402.135,17
2	Sistema de drenagem pluvial	254.144,40
3	Moradias destruídas	300.000,00
4	Remoção de famílias	150.000,00
	Total	27.106.279,57

Outros custos não estão aqui contabilizados como aqueles relativos a danos na rede de água tratada (tubulações); rede elétrica (queda de postes com conseqüente perda da fiação); destruição de partes de vias de acesso (sarjetas, calçadas e capa asfáltica); custos com a mão-de-obra e maquinário utilizado nesses serviços; danos relacionados à perda de vidas humanas (dois acidentes envolvendo automóveis – o primeiro resultou em uma morte e ferimentos ao outro ocupante; no segundo acidente somente danos materiais) e os danos ao meio ambiente.

Além da perda de área utilizável e volume erodido, 25 voçorocas (27,47 %) são utilizadas como área de despejo de lixo pela população circundante (**FIGURA 68**). O lixo despejado no interior dessas incisões varia desde sacos plásticos, geladeiras e móveis em geral, até rejeitos da construção civil, entre outros. Além de não conter a expansão das voçorocas, contribui para poluir cursos d'água e proliferar doenças, uma vez que atrai ratos e baratas e serve de criadouro para insetos, como o mosquito transmissor da dengue, por exemplo.



FIGURA 68 – Voçoroca nº 52 com o interior totalmente coberto por restos de madeira e lixo doméstico. Comunidade Nova Floresta. Bairro Jorge Teixeira. Zona Leste. (2006).

Contribuindo para o surgimento e expansão dessas incisões em Manaus, está o despejo das águas oriundas das moradias. As ocupações nas encostas de grande declividade aumentam a área impermeabilizada pela própria construção da casa ou pelo uso do terreno. A água da chuva que cai no telhado ou diretamente no terreno sem proteção da vegetação tende a formar rapidamente fluxos d'água que se dirigem para a encosta (**FIGURA 69**). Esse fluxo poderá contribuir no surgimento de uma incisão erosiva ou influenciar a expansão de alguma incisão já existente, porque grande parte dessas áreas não conta com rede de esgotos para coletar águas servidas, e mesmo quando conta, são sem dissipadores de energia para suavizar a passagem da água para o curso d'água, diminuindo a possibilidade de processos erosivos mais intensos.



As setas azuis apontam para os telhados sem calha. As setas vermelhas apontam para os pequenos canais que se formam pelo resultado das tubulações oriundas das moradias. Observar que a superfície do terreno encontra-se totalmente exposta. A seta amarela aponta a direção da voçoroca n. 49, localizada no conjunto habitacional João Paulo II, Cidade Nova, Zona Norte.



A seta azul aponta para o telhado sem calha. A seta vermelha aponta para a tubulação que termina na borda da incisão. A seta verde aponta para o grande volume de lixo que é jogado na borda da incisão. A seta amarela aponta a cabeceira da, comunidade Santa Inês, Jorge Teixeira, Zona Leste.



As setas vermelhas apontam para os vários sulcos formados pelo escoamento vindo das casas e da rua. A seta amarela aponta a direção em que se encontra a voçoroca n.1, conjunto habitacional Canaranas, Cidade Nova, Zona Norte.



A seta vermelha aponta para a tubulação originária da moradia próxima. Notar que o terreno entre a casa e a cabeceira da incisão encontra-se com a superfície exposta. O muro direciona também a água escoada para o interior da voçoroca n.2 (seta amarela), conjunto habitacional Canaranas, Cidade Nova, Zona Norte.

FIGURA 69 - Voçorocas e fluxos superficiais oriundos das moradias. Manaus (2006).

Um dos grandes problemas relacionados à drenagem urbana em grandes cidades diz respeito às precipitações. Os sistemas de drenagem têm como objetivo retirar rapidamente a água do local precipitado para outro lugar a jusante, e aumentar o escoamento superficial. No entanto, quando mal aplicada, como é o caso de Manaus, essa prática traz várias conseqüências ao ambiente local, dentre elas o aumento do nível dos cursos d'água localizados a jusante, aumento do transporte e acúmulo de sedimentos nos próprios sistemas de drenagem, nos cursos d'água e nos fundos de vale, aumento da capacidade de erosão, dentre outros (MONTENEGRO e TUCCI, 2005).

Segundo os referidos autores, devem ser definidas regras de uso e ocupação que busquem um equilíbrio entre condicionantes naturais e a drenagem urbana nos seus vários aspectos, como tratamento e abastecimento de água; águas pluviais; esgoto sanitário e coleta, processamento e reciclagem dos resíduos. Essa drenagem deve preservar ao máximo as condições naturais de infiltração, evitando assim o aumento da vazão para jusante e conseqüentemente a ocorrência dos problemas acima mencionados.

Contudo, como fazer isso, se para ocupar o espaço a primeira ação é o desmatamento, um dos responsáveis por diminuir a infiltração? As regras relativas à ocupação e a ao estabelecimento da drenagem urbana já estão expressas no Plano Diretor de Manaus, falta apenas aplicá-las. Tarefa difícil, principalmente se considerarmos que grande parte das ocupações populares não respeitam regra nenhuma.

Segundo Montenegro e Tucci (2005) a falta de uma gestão integrada do uso do solo e da infra-estrutura tem provocado impactos negativos ao desenvolvimento urbano (população e meio ambiente). A urbanização traz consigo a impermeabilização do solo e a canalização de cursos d'água. Os impactos relacionados às águas das chuvas vão além da possibilidade de erosão; aumentam o volume de vazão e da carga de poluentes e do esgoto sanitário que muitas vezes é lançado na drenagem pluvial. Os autores caracterizam o

crescimento urbano pela expansão irregular da periferia sem a obediência adequada às normas contidas no Plano Diretor.

Por outro lado, os próprios planos diretores das cidades brasileiras via de regra atribuem à infra-estrutura relacionada à água (assoreamento, abastecimento e drenagem urbana) importância secundária ou nem a consideram (MONTENEGRO e TUCCI, 2005). O mesmo problema foi percebido nas planilhas de orçamento e gastos do período de 1997 a 2006 da Prefeitura de Manaus, que não mencionam os valores a respeito da drenagem. Os gastos realizados com drenagem estão “embutidos” em outros gastos, como pavimentação, canalização de igarapés ou simplesmente relacionados a gastos com infra-estrutura e urbanização.

Além disso, o local onde esses serviços foram realizados não está descrito individualmente, ou seja, um único serviço de pavimentação, por exemplo, pode estar destinado a duas ou mais localidades (bairros). Dessa forma, não se consegue extrair desses dados o valor real gasto empregado em drenagem urbana por bairro ou zona, conforme demonstrado na planilha de gastos (**ANEXO 14**) com obras e serviços de urbanização da PMM (2001). Nas planilhas do período de 1995 a 2006 da PMM, não é possível comparar os gastos públicos com drenagem e os danos provocados a essa estrutura pelas voçorocas em Manaus.

Do ponto vista prático, o grande problema nos principais sistemas de drenagem de Manaus refere-se a sua ineficiência¹⁸ para diminuir a velocidade da água coletada e despejada em direção a jusante da encosta ou talude. Estão aqui descritos 4 tipos de sistemas de drenagem mais comumente encontrados em Manaus (**FIGURA 70**). Somam-se a esse problema as ocupações irregulares (**FIGURA 71**) e a grande declividade das encostas ocupadas (**FIGURA 72**).

¹⁸ A falta de critérios técnicos relacionados ao sistema de drenagem foi verificada diretamente em campo durante os cadastramentos.

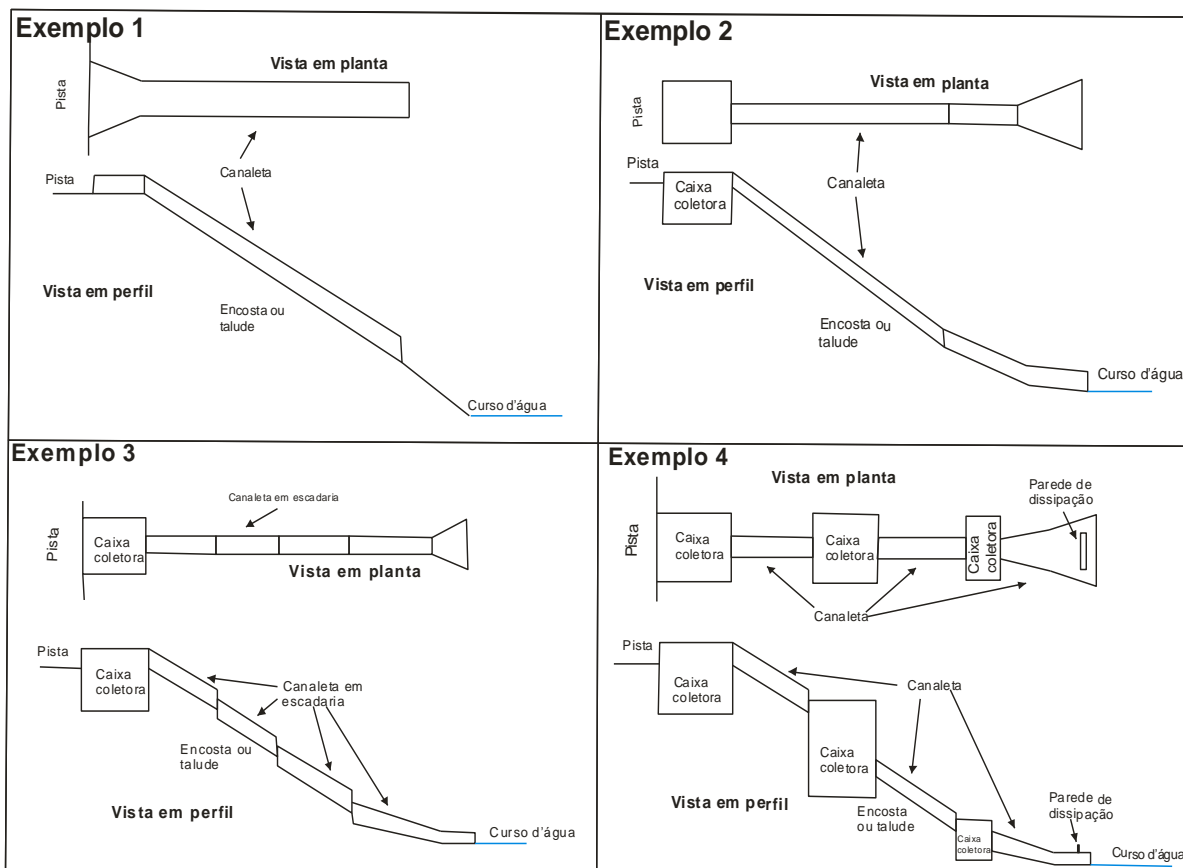


FIGURA 70 – Principais tipos de sistemas de drenagem encontrados em Manaus (Exemplos 1, 2 e 3) e sistema de drenagem com dissipador de energia (Exemplo 4). Os exemplos 1 e 2 estão representados nos modelos esquemáticos nas páginas 151 e 154.

Nos exemplos acima, o tipo **1** é o mais comum e também o que apresenta os maiores problemas, uma vez que não favorece a diminuição da velocidade da água e nem apresenta na parte inferior uma maior aproximação com curso d'água, o que resulta no desgaste da encosta e conseqüentemente no início do desnivelamento entre a base da encosta e o sistema de drenagem. Com o avanço do desgaste, a estrutura tende a não sustentar seu próprio peso e rompe-se dando origem a uma incisão (sulco, ravina ou voçoroca). O **exemplo 2** apresenta uma caixa coletora que suaviza a passagem da água para a canaleta, eficiente em chuvas de baixa intensidade, mas pouco eficaz em caso de chuvas mais fortes. No **exemplo 3**, além da caixa coletora, a canaleta é construída em degraus, os quais ajudam a diminuir a velocidade da chuva em direção a base da encosta ou

do talude. Como verificado em campo, algumas estruturas desse tipo foram subdimensionadas, tornando-se ineficientes em caso de chuvas mais fortes. No entanto, aquelas que foram construídas tendo como parâmetro o volume médio (estimado) escoado pelas pistas e captado pelas caixas coletoras mostraram-se eficazes em chuvas mais fortes¹⁹. O **exemplo 4**, verificado em poucos pontos em Manaus, apresenta caixas coletoras intercaladas por canaletas em degraus, as quais chegam até o nível do curso d'água (consideradas eficientes).

Em alguns casos foi verificada também a existência de uma parede de dissipação no final da canaleta, suavizando a passagem da água. Esse tipo seria o mais indicado para áreas com grande captação de água e que terminam em encostas ou talude de grande declividade (superiores a 20°). São tipos de drenagens cuja eficiência na diminuição da velocidade de escoamento da chuva, tem sido observada diretamente em campo durante períodos chuvosos (intensidades variadas).

A falta de compactação do solo e de cobertura vegetal (gramíneas) na área em torno da canaleta (talude ou encosta) e a descontinuidade de material (concreto x solo) criam ambiente propício para formar sulcos. Outro aspecto diz respeito ao subdimensionamento da canaleta, a qual não comporta o volume de água escoada e permite o transbordamento (**FIGURA 73**, foto 1). À medida que tais sulcos vão se formando e tornando-se mais profundos ocorre o descalçamento e a quebra da estrutura (**FIGURA 73**, foto 2 e 3). Depois de ocorrido a quebra da estrutura, o surgimento da voçoroca ocorre rapidamente após fortes chuvas. Juntamente com o processo erosivo, o grande volume de sedimentos transportados pelas enxurradas, oriundos das voçorocas próximas (voc. 30 e 17) e do material utilizado na recomposição do talude destruído pela voçoroca 36 provocaram o entupimento da tubulação que dava vazão ao curso d'água, com conseqüente inundação do vale próximo (**FIGURA 73**, foto 4).

¹⁹Essa análise se sustenta em observações contínuas realizadas em campo desde 1995.

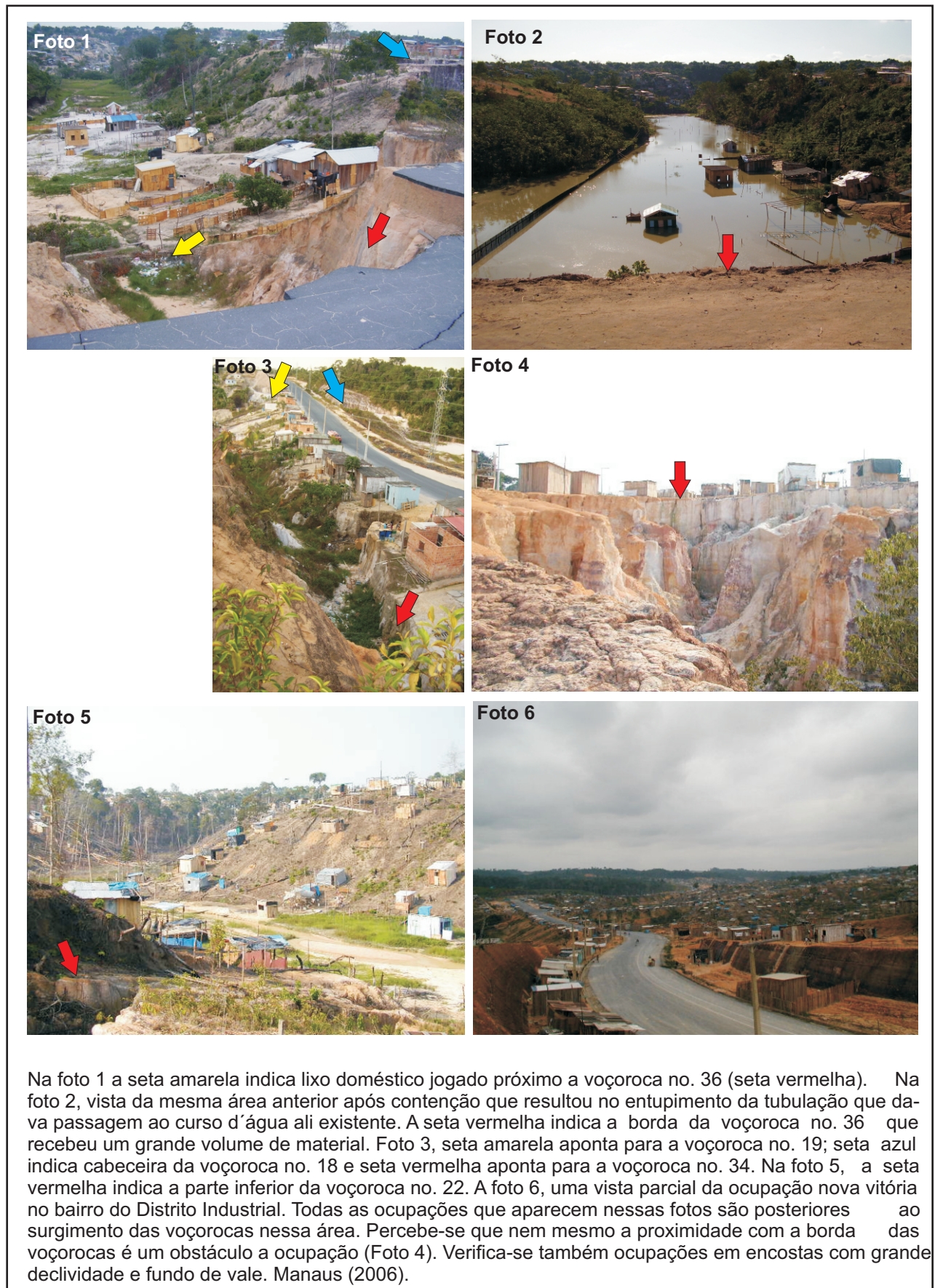


FIGURA 71 - Ocupações irregulares em Manaus (AM).

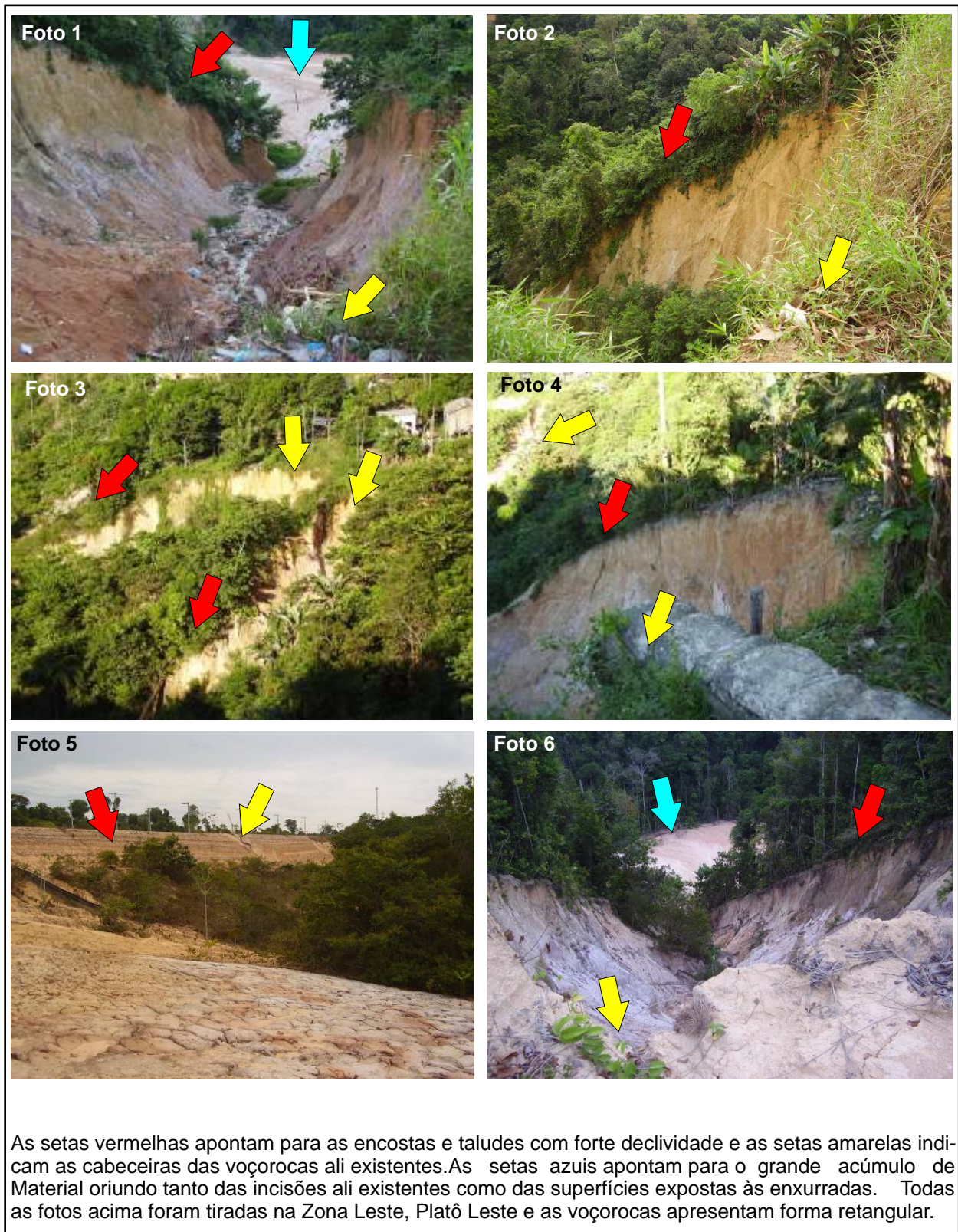


FIGURA 72 - Declividade das encostas na Zona Leste em Manaus (AM).

Outro exemplo relacionado à drenagem pode ser observado na **FIGURA 74**: como a canaleta não alcança o nível do igarapé, o volume escoado por essa estrutura é direcionado para a encosta, com tal força que sequer a vegetação consegue impedir o surgimento das voçorocas 38 e 39, igual descrito no **Exemplo 1** da **FIGURA 70**.

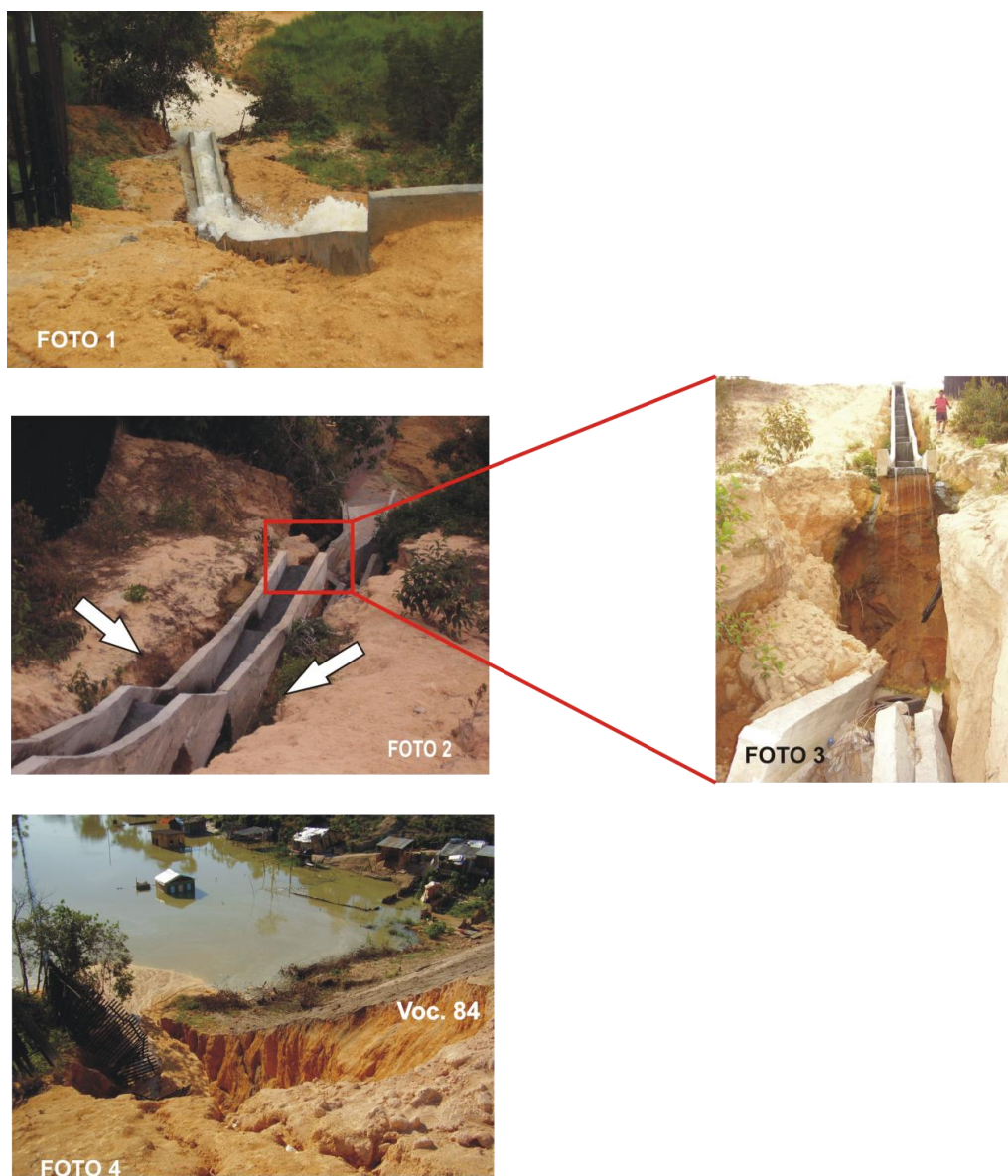


FIGURA 73 – Seqüência evolutiva da voçoroca n° 84, representada no modelo esquemático n° 2, p.187. Distrito Industrial. Zona Leste. (2006).



FIGURA 74 – Voçoroca n° 38 e 39 (representadas no modelo esquemático n° 1, página 183). Grande Vitória. São José. Zona Leste. (2006).

De posse das informações levantadas nas atividades de campo relativas aos aspectos naturais, ao histórico e ocorrência, ao uso e ocupação a montante e a jusante das voçorocas foram feitos alguns modelos esquemáticos, que sintetizam como essas incisões surgiram e evoluíram dentro do espaço urbano de Manaus. Os modelos representam as principais ações antrópicas que favoreceram o desencadeamento desse tipo de feição erosiva. As ações antrópicas mais significativas envolvidas nesse processo são: o desmatamento (3,3%), o desmatamento com posterior exploração mineral (6,5%), os sistemas de drenagem artificial (31,9%) e o desmatamento associado a terraplanagem (58,3%). Assim, foi possível elaborar 6 modelos esquemáticos, que ilustram como cada grupo de voçorocas aqui estudado se originou.

- 1) Origem e evolução das voçorocas urbanas – modelo esquemático nº 1: drenagem artificial com saída d'água a meia-encosta

O **Estágio 1** é assinalado pelo início do desmatamento e da terraplanagem no platô, quando ocorre a erosão laminar na superfície plana (platô) e na encosta com conseqüente início do assoreamento dos cursos d'água. O **Estágio 2** é caracterizado pela pavimentação das vias de acesso e construção do sistema de drenagem. Nesse caso, a canaleta que deveria ter uma saída d'água com dissipadores de energia, situada no mesmo nível do canal, situa-se no meio do talude (ou encosta). Em alguns casos a canaleta é de sacos solo-cimento e não de concreto (**FIGURA 75**). Ocorrem nesse estágio a ampliação do desmatamento e da terraplanagem, o aumento do assoreamento do canal (**FIGURA 76**) e o aumento da erosão na encosta, mesmo que ainda permaneça boa parte da vegetação. No **Estágio 3** os sulcos profundos na base da saída d'água provocam o descalçamento da canaleta e sua ruptura. Nesse momento, pode-se afirmar que ocorre a passagem do sulco para o início da formação de uma voçoroca. O **Estágio 4** é marcado pela perda de grande parte da estrutura de drenagem (canaleta), dando lugar a uma voçoroca. O material transportado pelas enxurradas para dentro dos canais é proveniente também das encostas desmatadas.

Nas observações de campo foram considerados assoreados os cursos d'água que apresentaram as seguintes características: grande acúmulo de material alóctone no canal (dentro e fora); baixa profundidade do canal a jusante da voçoroca, formando às vezes pequenos filetes; formação de paliteiras (troncos de árvores mortas) e o aparecimento (por vezes) de vegetação herbácea em substituição à já extinta vegetação arbórea. Vinte e quatro (24) voçorocas se enquadram nesse tipo de modelo, localizadas predominantemente na Zona Leste (**FIGURA 77**).



A seta aponta para a saída d'água em saco solo-cimento que terminava a meia-encosta (segundo os moradores). Voçoroca n. 38, comunidade Grande Vitória, São José, Zona Leste.



Em função da evolução desta incisão a saída d'água não é mais visível. Segundo os moradores, essa estrutura terminava à meia-encosta. Voçoroca n. 39, comunidade Grande Vitória, São José, Zona Leste.



A seta vermelha aponta para a caixa coletora de águas pluviais. No mesmo sentido da seta preta e um pouco abaixo está a saída d'água (segundo os moradores essa estrutura terminava a meia-encosta). Cabeceira da voçoroca n. 56 (seta amarela) comunidade Santa Inês, Jorge Teixeira, Zona Leste.



Em função da evolução desta incisão a saída d'água não é mais visível. Segundo alguns funcionários da empresa Azevedo Transportes, situada próxima à borda direita, (seta azul) essa estrutura estendia-se somente por alguns metros (distante do curso d'água). Cabeceira da Voçoroca n. 39 (seta amarela), Distrito Industrial, Zona Leste.

FIGURA 75 - Voçorocas e drenagem à meia-encosta. Manaus (2006).

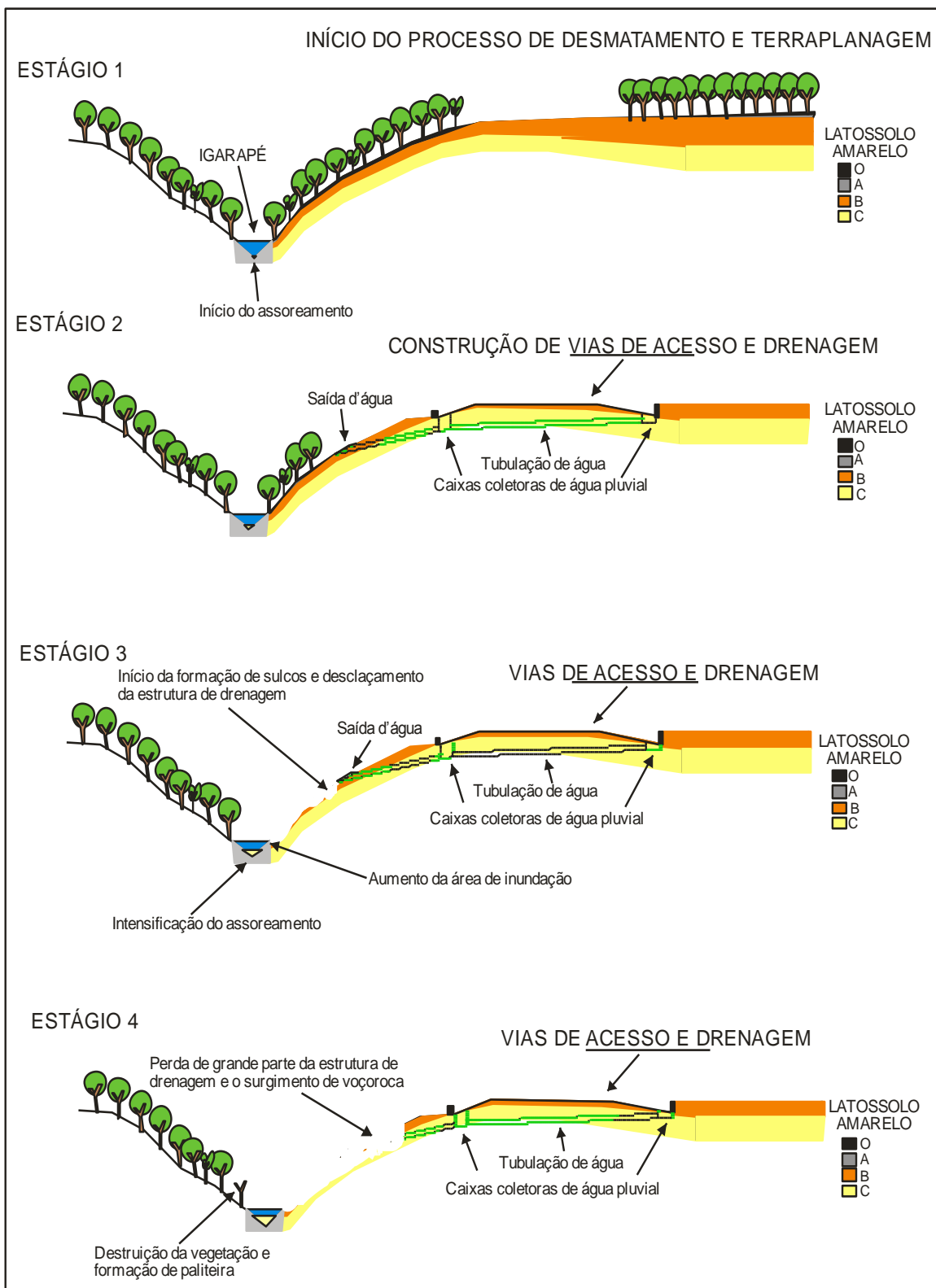


FIGURA 77 – Surgimento de voçorocas na área urbana de Manaus – modelo esquemático nº 1: drenagem artificial com saída d'água a meia - encosta.

2) Origem e evolução das voçorocas urbanas – modelo esquemático nº 2:
drenagem artificial sem dissipador de energia

O **Estágio 1** é caracterizado pelo início do processo de desmatamento e terraplanagem no platô (**FIGURA 78**), quando ocorre lenta erosão laminar da superfície plana e na encosta com conseqüente início do assoreamento dos cursos d'água. No **Estágio 2**, com a pavimentação das vias de acesso e a construção do sistema de drenagem pluvial composto por tubulação, canaleta e saída d'água (sem dissipador de energia) ocorre o início do despejo da água da chuva diretamente no curso d'água. Acontece também nesse estágio a ampliação do desmatamento e da área terraplanada próxima às pistas, assim como desmatamento e taludamento da encosta. Aumenta o volume escoado para o canal, ampliando-se a erosão na encosta e o assoreamento do canal. Na área terraplanada acontece a perda dos horizontes O, A e parte do B. O **Estágio 3** é marcado pelo abandono da área desmatada e terraplanada e pelo início do desgaste do sistema de drenagem. Surgem pequenos sulcos paralelos à canaleta e em vários pontos do talude e da área terraplanada, rompendo-se a saída d'água, o que favorece o surgimento de incisões mais profundas, como as voçorocas. No **Estágio 4** a perda de grande parte da canaleta (**FIGURA 79**) o surgimento e a rápida expansão da voçoroca caracterizam o aumento do assoreamento do canal. A voçoroca pode avançar rapidamente em direção à pista após chuvas de grande intensidade. Com o assoreamento do canal perde-se também parte da vegetação marginal (mata ciliar), dando lugar às paliteiras. Cinco (n=5) voçorocas estão associadas a esse modelo, principalmente na Zona Leste (**FIGURA 80**).



Voçoroca n. 49 e área desmatada e terraplanada para expansão do conjunto habitacional João Paulo II, Cidade Nova, Zona Norte, Manaus (2006).



Voçoroca n. 50 e área desmatada e terraplanada para expansão do conjunto habitacional João Paulo II, Cidade Nova, Zona Norte, Manaus (2006).



Voçoroca n. 69 e área desmatada e terraplanada próximo à Avenida Torquato Tapajós, Tarumã, Zona Oeste, Manaus (2006).



Voçoroca n. 63 e área desmatada e terraplanada próximo à cachoeira das almas, Tarumã, Zona Oeste, Manaus (2006).

FIGURA 78 - Voçorocas, desmatamento e terraplanagem.

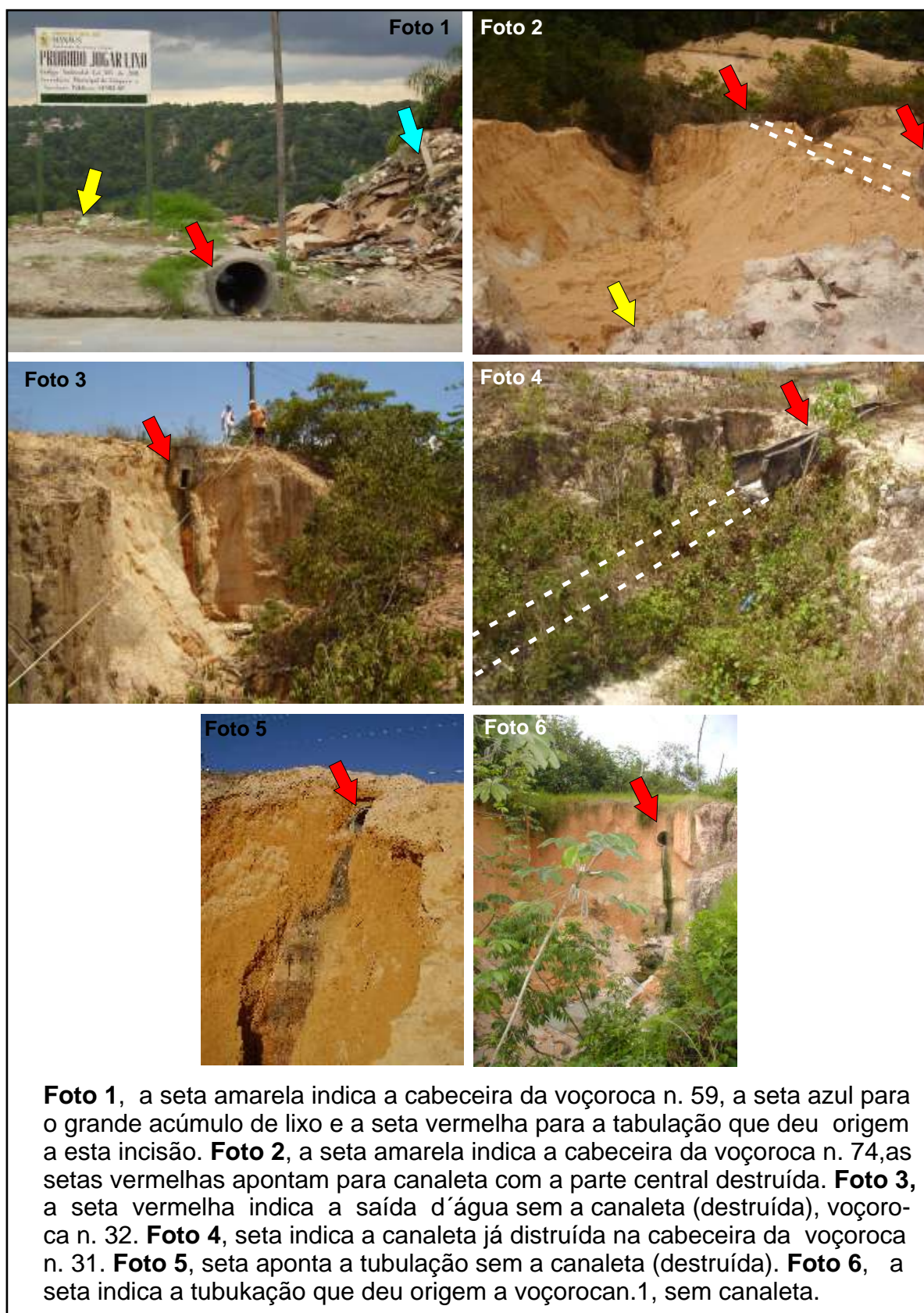


FIGURA 79 - Voçorocas e sistemas de drenagem sem dissipadores de energia.

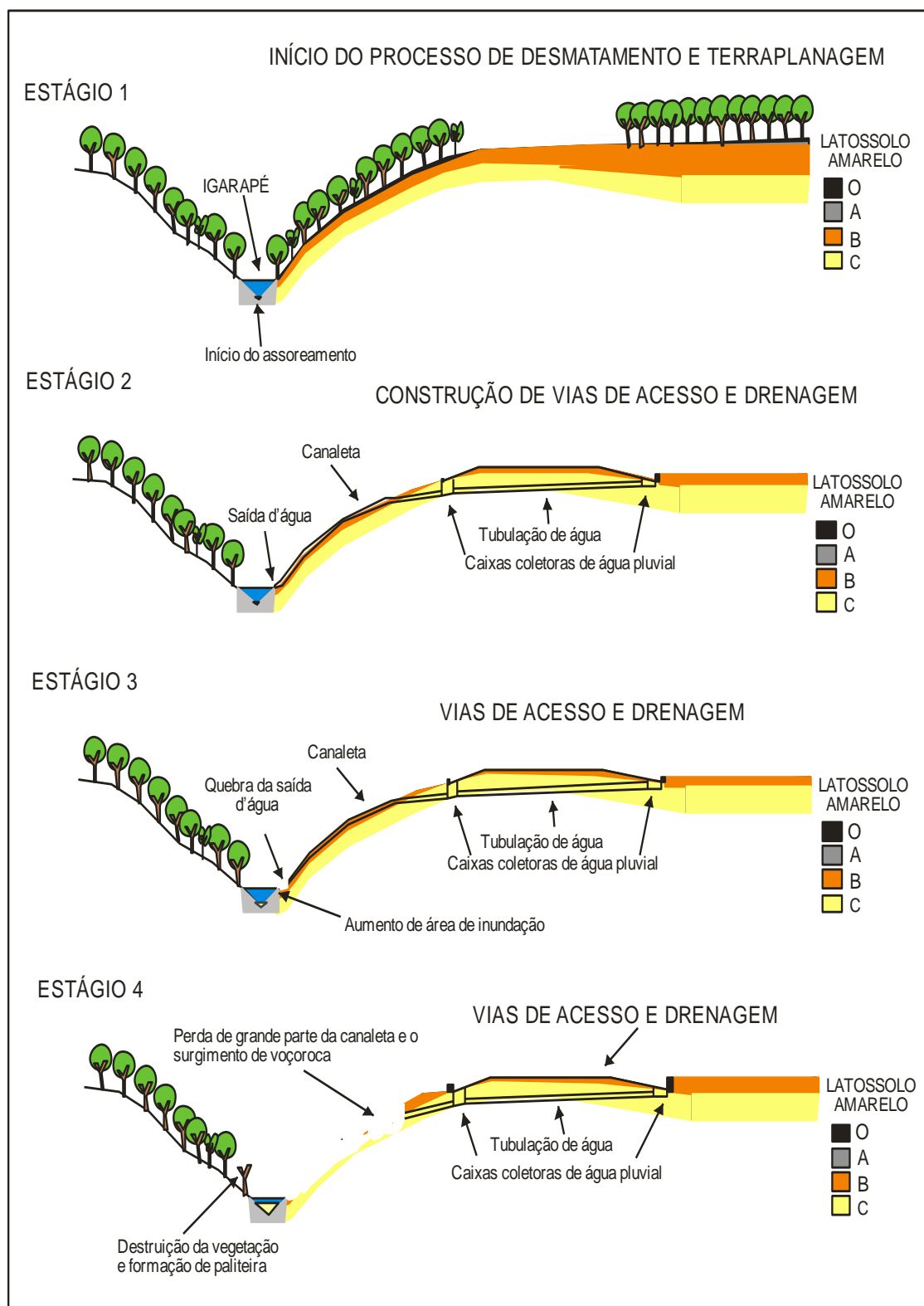


FIGURA 80 – Surgimento de voçorocas na área urbana de Manaus – modelo esquemático nº 2: drenagem artificial sem dissipador de energia.

3) Origem e evolução das voçorocas urbanas – modelo esquemático n°
3: desmatamento

No **Estágio 1** inicia-se o desmatamento pelos moradores das áreas próximas, podendo haver a queima da vegetação recém-derrubada. O **Estágio 2** é marcado pela ampliação da área desmatada. Mesmo nessa etapa é possível perceber que o horizonte orgânico ainda presente e continua favorecendo uma boa infiltração da água no solo. No **Estágio 3** é perceptível a intensificação do processo de erosão no contato entre a superfície plana do platô e a encosta, caracterizado nesse momento pela formação de pequenos sulcos. Na porção mediana da encosta a vegetação ainda presente retarda o avanço dos sulcos para jusante nos primeiros momentos. No entanto, mesmo existindo uma camada orgânica na superfície desmatada, é possível perceber o início da selagem do solo e conseqüentemente a diminuição da infiltração que após períodos mais constantes e intensos de chuvas, favorece a formação de fluxos superficiais e naturalmente o aparecimento de pequenos sulcos descontínuos com profundidades variadas (desde poucos milímetros a alguns centímetros)²⁰. No **Estágio 4** o aprofundamento dos sulcos dá origem a ravinas que evoluem rapidamente para voçorocas, provocando o descalçamento da vegetação, que é levada pela enxurrada. As voçorocas que surgem nesse processo (03) encontram-se na porção superior da encosta, no contato entre a superfície plana do platô e a encosta. Portanto, sem contato com sistema de drenagem a jusante, configurando-se assim como uma voçoroca desconectada (**FIGURA 81**).

²⁰ Esse processo foi observado também na Estação de Monitoramento de Escoamento Superficial localizada no Campus da UFAM, de julho de 2005 a agosto de 2006. Nesse período, mesmo com a existência de pequena camada orgânica na superfície do terreno foi possível perceber a formação de pequenos sulcos na superfície exposta, resultante da formação de crostas com espessura de um milímetro, o suficiente para dificultar a infiltração da água no solo e promover o escoamento superficial.

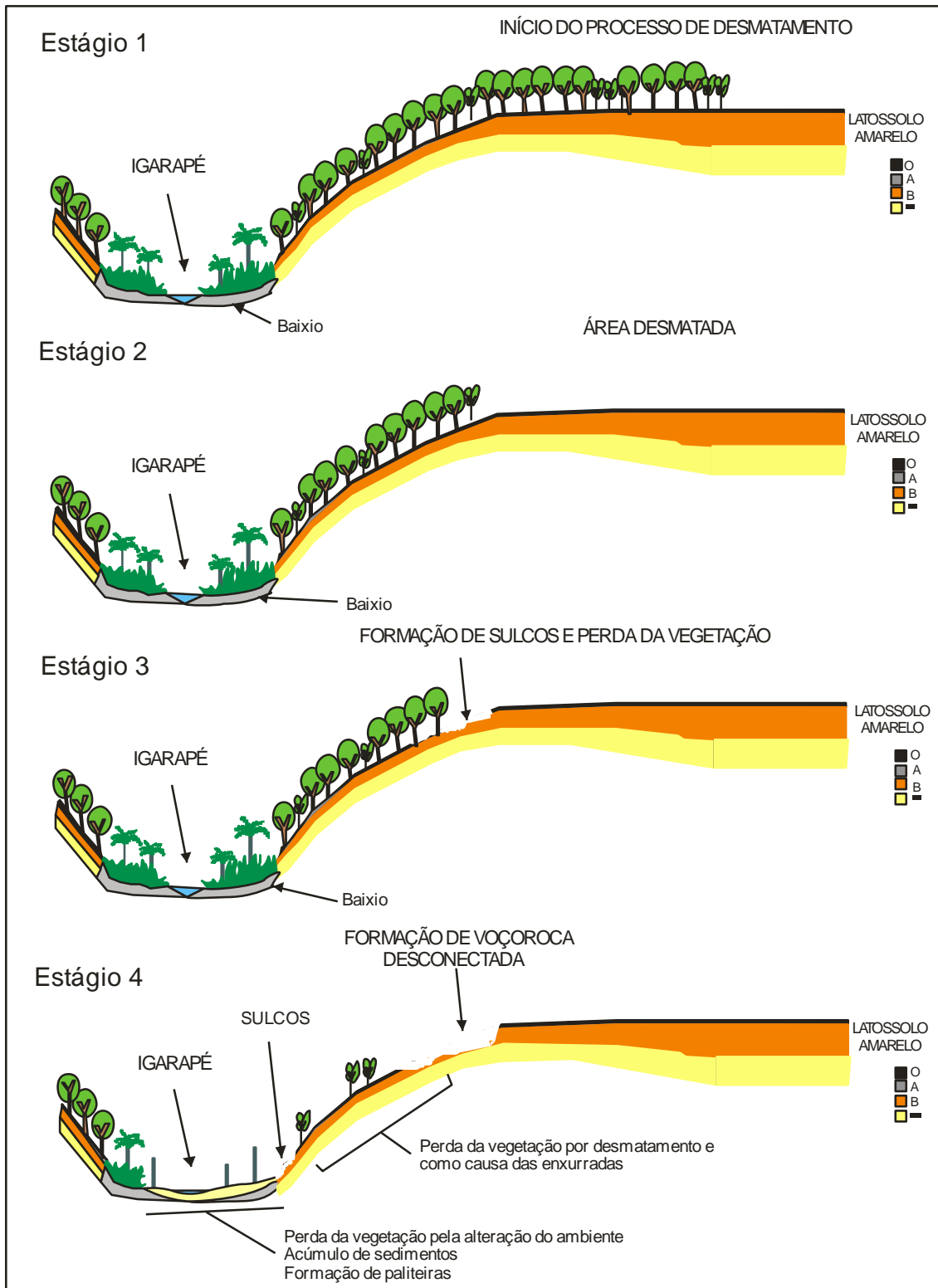


FIGURA 81 – Surgimento de voçorocas na área urbana de Manaus – modelo esquemático nº 3: desmatamento.

- 4) Origem e evolução das voçorocas urbanas – modelo esquemático n° 4: desmatamento e terraplanagem (com ocupação)

O **Estágio 1** mostra o início do processo de ocupação até próximo ao limite da borda do platô com a encosta. Na superfície ainda vegetada a capacidade de infiltração é bastante elevada, podendo alcançar taxas superiores a 57 mm / minuto. Nessas condições o solo é capaz de absorver até mesmo chuvas muito fortes, superiores a 50 mm / hora. O **Estágio 2** apresenta o desmatamento como a principal mudança ocorrida. Acompanhando o processo de retirada da vegetação está a mudança da capacidade de absorção da água pelo solo, mesmo com a presença da camada orgânica e do horizonte A. Nesse momento a taxa de infiltração fica em torno de 10 mm / minuto, e o solo conseguiria absorver chuvas leves (1,1 até 5 mm / hora) e chuvas moderadas (5 a 25 mm / hora), mas pouco eficaz para absorver chuvas fortes (25 a 50 mm / hora) a muito fortes (mais de 50 mm / hora). O **Estágio 3** é marcado pelo processo de terraplanagem com a perda dos horizontes **O**, **A** e parte do **B**. Esse processo de terraplanagem promove também a compactação do solo, aumentando a possibilidade de formação de crostas na superfície do terreno. Com a presença de crostas a capacidade de infiltração fica em torno de 0,6 mm/minuto, dificultando até mesmo a absorção de chuva leve pelo solo e tornando constantes os escoamentos superficiais. O **Estágio 4** configura-se como a ampliação da ocupação e aumento da área impermeabilizada pela presença das moradias. Fluxos superficiais já começam a arrastar de modo mais eficaz as partículas soltas da superfície do terreno em direção ao canal na parte jusante da encosta, iniciando assim um novo processo, o assoreamento. O **Estágio 5** marca o início da formação de sulcos mais profundos nos pontos de ruptura de declive, tanto na secção superior da encosta quanto na sua secção inferior. A perda de vegetação por enxurrada também começa a acontecer nessas duas secções da encosta, e o assoreamento do canal também cresce com o aumento do transporte de partículas. E por fim o **Estágio 6** é configurado pela presença da voçoroca na secção inferior da encosta. Sua migração em direção ao topo da encosta pode ocorrer durante uma única estação chuvosa. Nesse momento, um longo trecho do canal encontra-se assoreado e agora se apresenta anastomosado, diferente do que

ocorre em Franca - SP, onde os sedimentos oriundos das voçorocas são depositados distantes da área afetada, não provocando anastomosamento dos cursos d'água (AB'SABER, 1968) (**FIGURA 82**). Quatorze (n=14) voçorocas se enquadram nesse modelo.

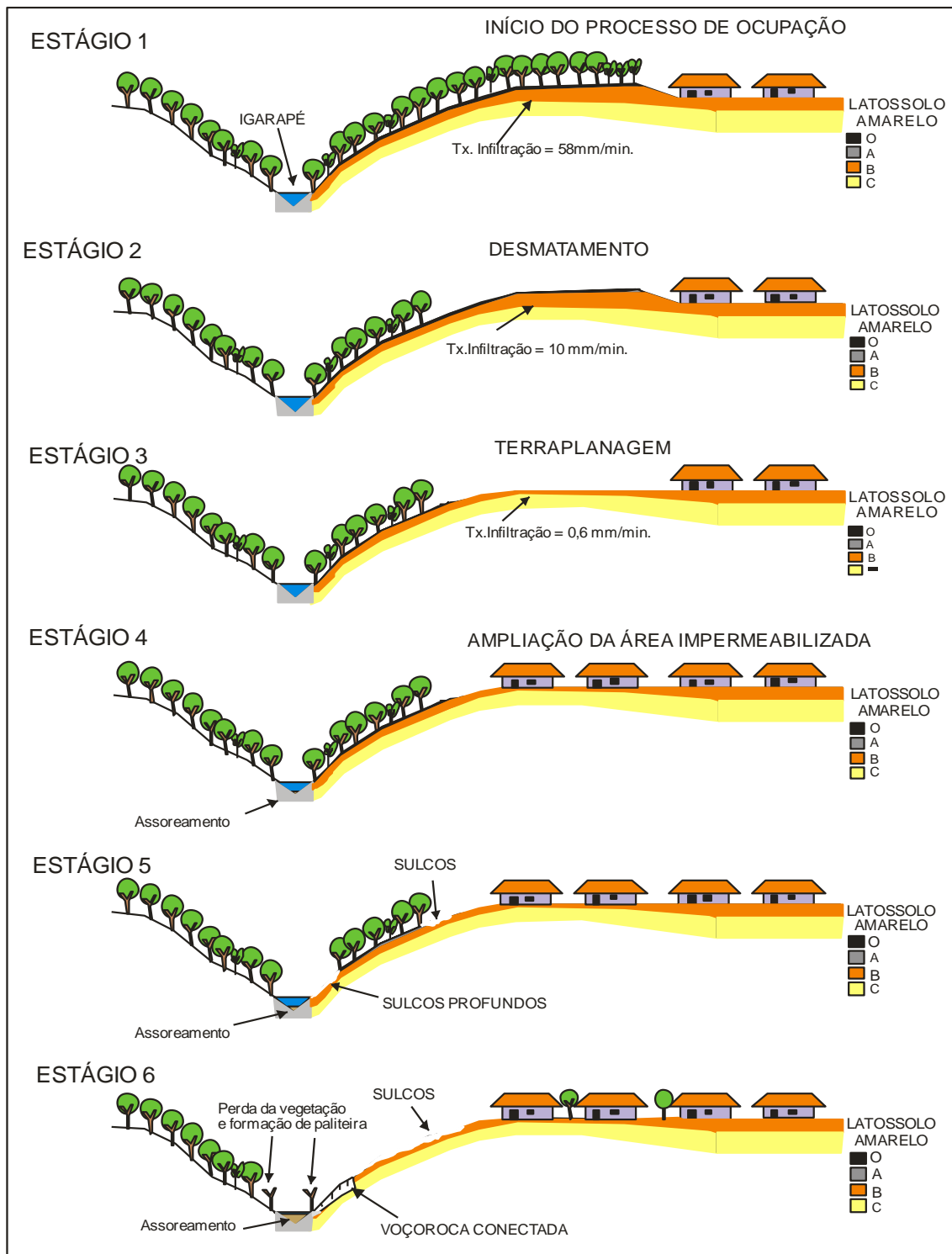


FIGURA 82 - Surgimento de voçorocas na área urbana de Manaus – modelo Esquemático n° 4: desmatamento e terraplanagem (com ocupação).

5) Origem e evolução das voçorocas urbanas – modelo esquemático n° 5: desmatamento e terraplanagem (sem ocupação)

No **Estágio 1** ocorre o início de desmatamento e terraplanagem, processo no qual já é possível observar o aumento nos volumes escoados na superfície do terreno. No estágio seguinte (**Estágio 2**) os horizontes **O**, **A** e parte do **B** foram retirados e a área desmatada já se encontra totalmente terraplanada. Inicia-se o assoreamento da área a jusante. O **Estágio 3** é caracterizado pelo abandono da área por vários meses, podendo chegar a anos, período em que no terreno se formam crostas que dificultam a infiltração, favorecendo o escoamento superficial. O **Estágio 4** é marcado pelo surgimento de sulcos em toda a extensão do platô e principalmente no contato entre o platô e a encosta, porção na qual os sulcos se aprofundam. Ocorre nessa fase também a intensificação do assoreamento a jusante. No **Estágio 5**, com o aprofundamento dos sulcos tanto na porção superior da encosta como na porção inferior (contato entre a base da encosta e o fundo do vale), surgem as ravinas (principalmente na porção inferior da encosta), as quais evoluem rapidamente para voçorocas. Formam-se assim voçorocas conectadas devido ao maior volume de água que passa nessa porção e também porque aí o solo apresenta maiores teores de areia que na porção superior da encosta. Tais aspectos favorecem a expansão das incisões na base das encostas (**FIGURA 83**). Trinta e nove (n=39) voçorocas se enquadram nesse modelo.

6) Origem e evolução das voçorocas urbanas – Modelo esquemático n° 6: desmatamento e exploração Mineral

No **Estágio 1** inicia-se o processo de desmatamento e retirada dos horizontes **O** e **A** e erosão generalizada em toda área (erosão laminar e pequenos sulcos). No **Estágio 2** ocorre a ampliação do desmatamento e retirada dos horizontes **B** e **C**. O **Estágio 3** é caracterizado pelo início da extração do Arenito Manaus e pela perda quase completa da vegetação circundante. Assoreamento do canal a jusante com perda da vegetação marginal. No **Estágio 4** o canal já assoreado passa a caracterizar-se por pequenos fluxos anastomosados. Ocorre também o abandono da área e a instalação de voçorocas. A passagem de um estágio para o outro é muito

rápida e extremamente danosa ao meio ambiente local. Além disso, em função da grande alteração sofrida, a recuperação dessa área é bastante morosa. Tanto as voçorocas oriundas desse processo, quanto as áreas onde estão inseridas são hoje utilizadas como áreas receptoras de lixo e entulho de construções, agravando a degradação ambiental. Seis (n=06) voçorocas são desse modelo (**FIGURA 84**).

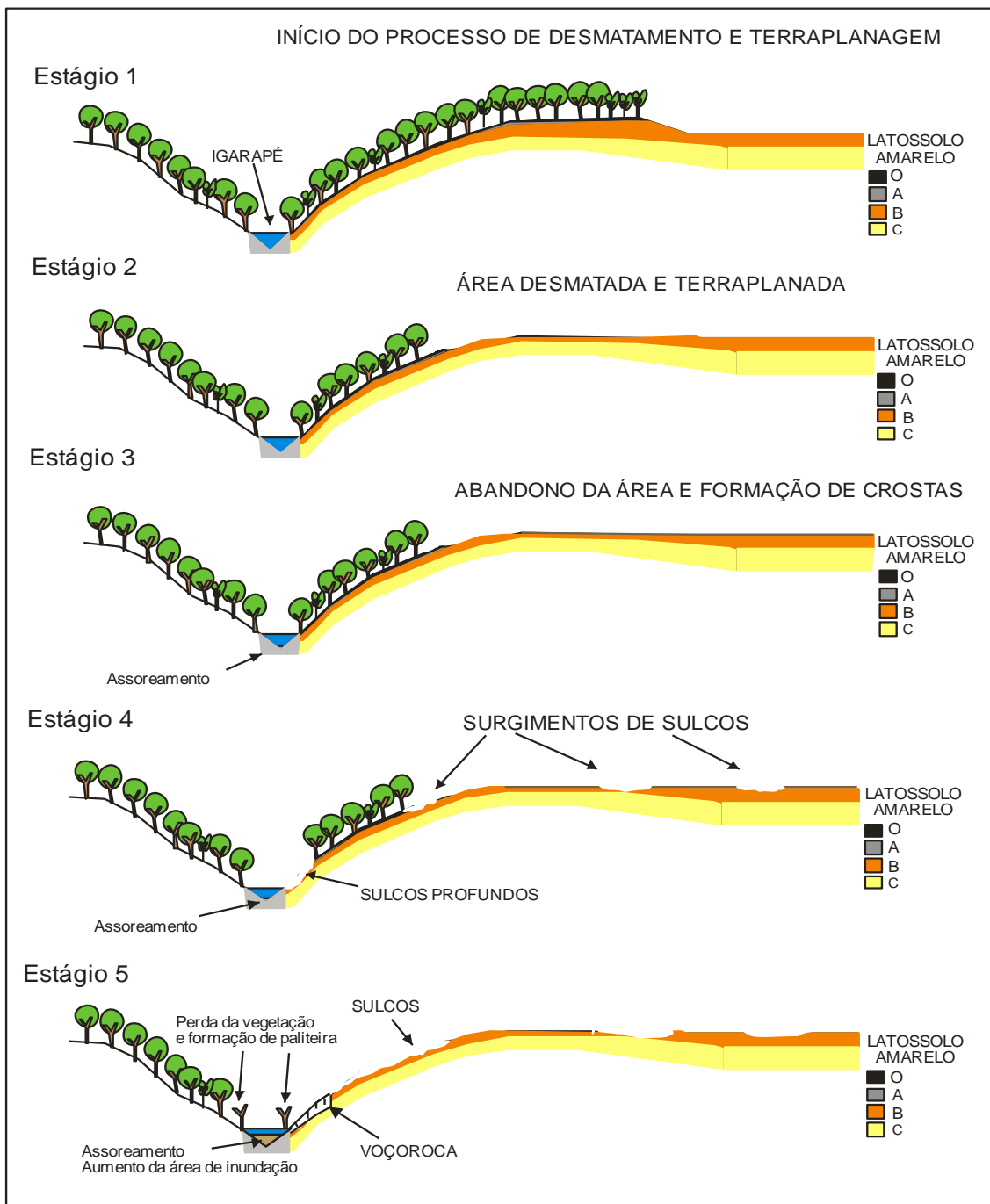


FIGURA 83 - Surgimento de voçorocas na área urbana de Manaus – modelo esquemático n° 5: desmatamento e terraplanagem (sem ocupação).

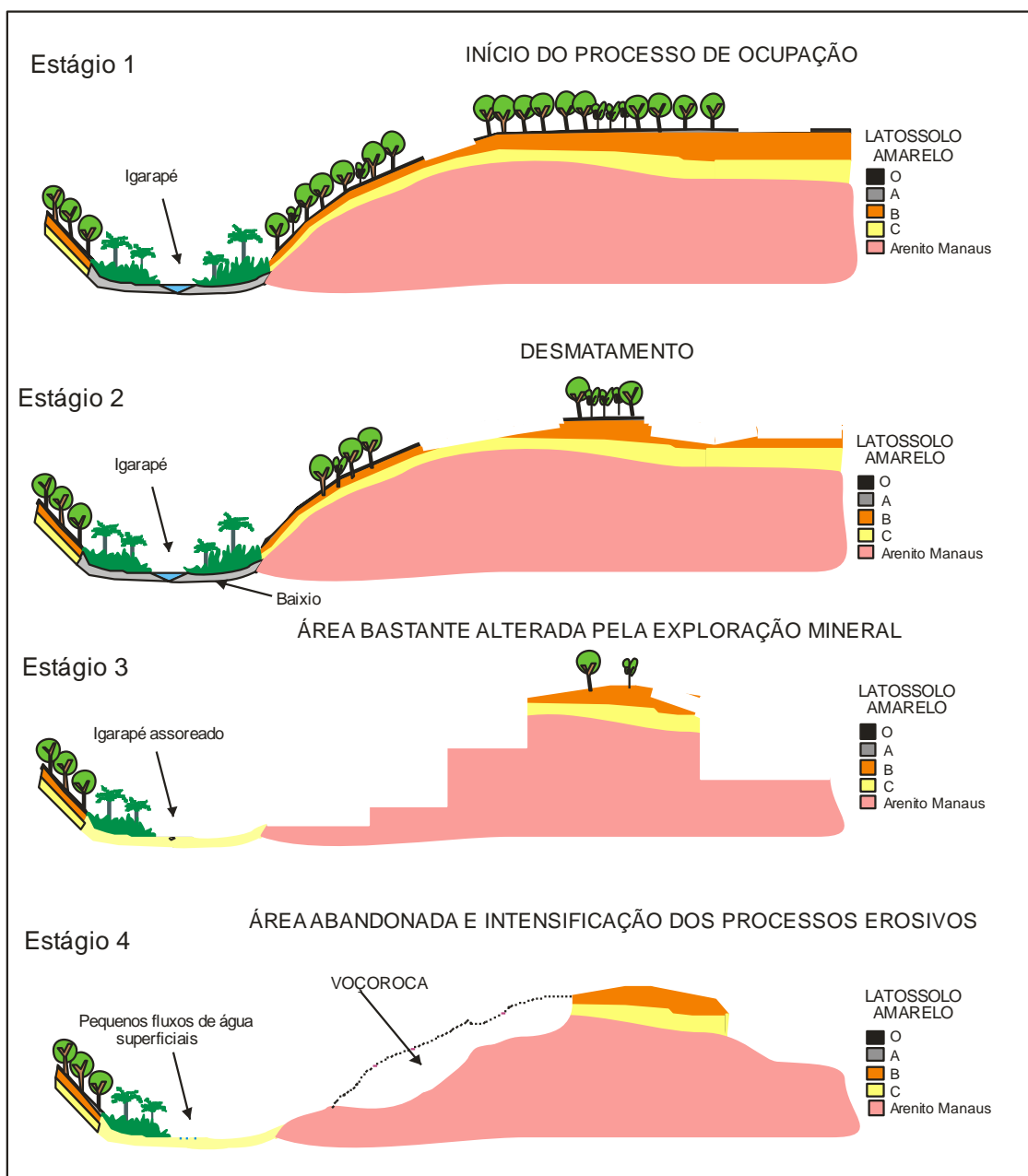


FIGURA 84 – Surgimento de voçorocas na área urbana de Manaus – modelo esquemático nº 6: desmatamento e exploração mineral.

No item seguinte serão analisadas as voçorocas que receberam algum tipo de contenção (direta ou indireta), seja pelo poder público, pela iniciativa privada, pela população afetada ou ainda como resultado de pesquisas acadêmicas. A análise inclui descrição sucinta das ações que resultaram na redução ou no fim da incisão erosiva. Convém salientar que das voçorocas encontradas desde 1987 até 2006, num total de 115, 29 foram “extintas”, significando que foram feitas obras de contenção e/ou ações eficientes. Essas

incisões “extintas” podem ser classificadas em cinco grupos por tipo de ação recebida, conforme se descreve a seguir.

4.3.2. Medidas de contenção adotadas

1) Ação direta do poder público: aquelas que receberam obra específica de contenção direta do poder público ou de empresa contratada para esse propósito (n=9).

2) Ação indireta do poder público: resultante da execução de uma obra principal que acabou por resolver o problema relativo a incisão (n=8).

3) Ação dos moradores: são aquelas em que a contenção foi resultado da ação direta dos moradores circunvizinhos próximos à voçoroca, sem qualquer tipo de planejamento técnico (n=7);

4) Ação da iniciativa privada: voçorocas que se encontravam em áreas particulares e receberam contenção (direta ou indireta) por empresa contratada (n=3);

5) Ação de Pesquisas: concernente à uma (n=1) voçoroca que recebeu medida de contenção com base em dados técnicos levantados por grupo de pesquisa ligado à Universidade Federal do Amazonas – UFAM e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA (ação em andamento).

Serão apresentados a seguir alguns exemplos relativos aos grupos de voçorocas aqui descritos.

4.3.2.1. Ação direta do poder público

Estão enquadradas nesse grupo nove voçorocas: duas ações realizadas em 1987, quatro em 1995, uma em 1997 e duas em 2006. A maior parte dessas ações (n=5) ocorreu no bairro da Cidade Nova. As duas primeiras referem-se às contenções realizadas em uma das cabeceiras da pista de pouso do Aeroporto Internacional Eduardo Gomes. Essas contenções foram bem aplicadas e não ocorreu a reativação das incisões.

O mesmo não ocorreu na contenção da voçoroca Canaranas1, localizada no bairro da Cidade Nova, na qual se sucedeu uma seqüência de erros. A primeira falha refere-se à construção de uma canaleta, com a finalidade de evitar o escoamento concentrado das águas da chuva oriundas da via pavimentada e que convergiam em direção à cabeceira da voçoroca (VIEIRA, 1998). Essa ação resultou no direcionamento das águas da chuva para duas outras partes da encosta e originou duas novas voçorocas. Em seguida, foi construída uma escadaria em tubos de concreto entre as duas novas voçorocas, estrutura que serviu de suporte para o início da terceira obra iniciada em junho de 1995, caracterizada pela construção de três patamares gramados e uma canaleta coletora situada na parte central desses patamares (VIEIRA, 1998), com a finalidade de permitir que as águas da chuva chegassem mais suavemente ao curso d'água. A parte final da estrutura foi constituída na forma de uma escadaria em sacos de *solo-cimento*.

Em dados da época (1995), o custo da obra ficou em torno de US\$ 180.000,00 e os danos ocasionados por essa incisão ficou em torno de R\$ 40.650,00 (3000 m² x R\$ 13,55 – valor do m² estipulado pela PMM em 1995). Em janeiro de 1996 essa obra já apresentava sinais de desgaste, principalmente na parte da escadaria (VIEIRA, 1998). Duas outras voçorocas na mesma área receberam como forma de contenção o desvio da tubulação para outras porções da encosta. Em um dos casos houve estagnação da incisão no outro a incisão continuou a se expandir, porém mais lentamente em direção à área urbanizada a montante. Com esse desvio da tubulação duas novas incisões surgiram no local.

Para dar início a um novo processo de contenção da Voçoroca da Creche, também localizada no Conjunto Canaranas – Cidade Nova (**FIGURA 85**) foi realizada em agosto de 1997 o desvio das tubulações do “esgoto” para outra porção da encosta, surgindo, como no primeiro caso, uma nova voçoroca (**FIGURA 86**). A intenção após esse desvio era construir patamares gramados para suavizar o escoamento das águas pluviais. No entanto, esses patamares foram mal compactados e não receberam a vegetação esperada (**FIGURA 87**), resultando na reativação da antiga voçoroca, alguns meses depois (VIEIRA, 1998). Em 2006, percebeu-se que a incisão estava bem ativa (**FIGURA 88**) e

com mais um agravante: a presença de moradias no entorno da incisão (**FIGURA 89**). A voçoroca originada em função da tubulação da voçoroca da creche também recebeu como medida o desvio das tubulações, provocando na época o início de uma nova incisão.



FIGURA 85 - Voçoroca da Creche, antes da obra de contenção conduzida de forma inadequada. Conjunto habitacional Canaranas - Cidade Nova. Manaus-AM. Abril/1995.
Fonte: Vieira (1998)



FIGURA 86 - Voçoroca originada pelo desvio das tubulações (águas servidas e pluviais) da cabeceira da voçoroca da Creche. Conjunto Canaranas - Cidade Nova. Manaus-AM. Agosto/1997.
Fonte: Vieira (1998)



FIGURA 87 - Patamares mal compactados na obra de contenção, voçoroca da Creche. Conjunto Canaranas - Cidade Nova. Manaus-AM. Agosto/1997.
Fonte: Vieira (1998).



FIGURA 88 - Voçoroca da Creche, atual voçoroca nº 1. Conjunto Canaranas - Cidade Nova. Manaus-AM. (2006).

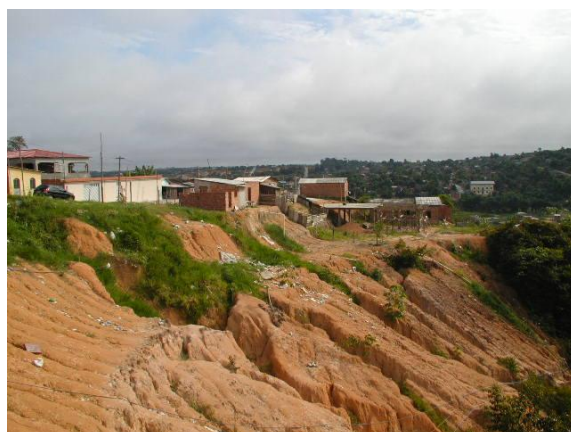


FIGURA 89 – Porção a montante da borda esquerda da Voçoroca nº1. Conjunto Canaranas - Cidade Nova. Manaus-AM. (2006).

Em 2006, a SUFRAMA contratou empresa para conter o avanço da voçoroca nº 36, no Distrito Industrial. Foi construída uma saída d'água de alvenaria antes da cabeceira da incisão e o resultado foi o surgimento de uma nova voçoroca (voçoroca nº 84, **FIGURA 73**, p.178). Além disso, a água que escoava pela pista em direção à incisão continuou contribuindo para a expandi-la. Foi despejado também material de aterro diretamente nas voçorocas nº 36 e nº 84, mas o resultado inicial foi o entupimento do sistema de drenagem da parte inferior da encosta com posterior inundação do vale próximo (**FIGURA 90**). Na seqüência, do outro lado da pista foi construída uma saída d'água (**FIGURA 91**) para evitar que surgisse nova incisão; finalmente as duas voçorocas foram contidas. O sucesso do procedimento ocorreu porque, no

segundo caso, o sistema de drenagem foi construído em dimensões compatíveis com o volume escoado pela pista naquele ponto.

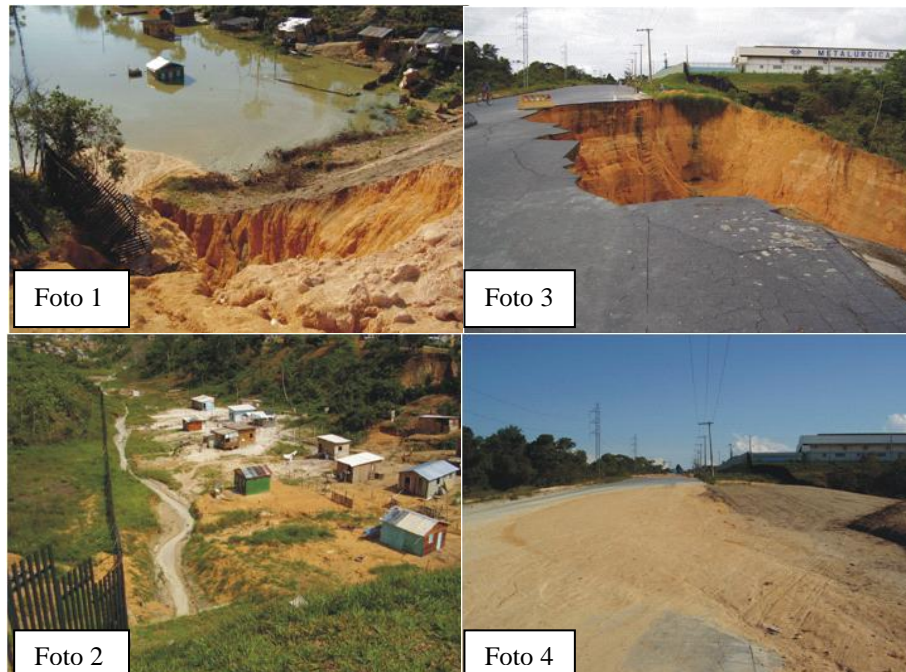


FIGURA 90 – Voçorocas 36 e 84 antes e depois das contenções. Em maio de 2006 a voçoroca nº 84 encontrava-se ativa (foto 1). Nessa mesma foto o vale inundado em função do entupimento da tabulação que dava vazão ao curso d'água. Na foto 2, em novembro de 2006 a voçoroca nº 84 já havia recebido contenção e a área já estava estabilizada. Na foto 3, em maio de 2006 a voçoroca nº 36 aparece bastante ativa. Na foto 4, em novembro de 2006 a mesma voçoroca aterrada. Distrito Industrial. Manaus-AM. (2006).



FIGURA 91 – Vista parcial e frontal da escadaria de concreto (28/07/2007). Percebe-se que as bordas da estrutura estão protegidas com sacos de solo-cimento, evitando assim a formação de sulcos, diferente do que ocorreu na canaleta que deu origem à voçoroca nº 84 (ver **FIGURA 73**, p. 178). Distrito Industrial. Manaus-AM. (2007).

4.3.2.2. Ação indireta do poder público

Um grupo de oito voçorocas foi contido em função de obras paralelas, como, por exemplo, asfaltamento de vias de acesso e canalização mais adequada feita através de dissipadores de energia; processo de canalização de igarapé e serviços de terraplanagem. Um detalhe que contribui para a eficácia dessas obras está no fato de as incisões não terem atingido o lençol freático, caso contrário um simples processo de terraplanagem não teria resolvido o problema.

4.3.2.3. Ação dos moradores

Como resultado da ação direta dos moradores, sete voçorocas foram contidas. As ações variaram desde o uso de lixo (restos orgânico a entulho de construção) até plantio de vegetação e canalização das águas pluviais. Nesses casos, é possível ainda perceber a forma da voçoroca nos respectivos locais. Todavia, essas incisões encontram-se estagnadas, sem nenhum indício de reativação.

4.3.2.4. Ação da iniciativa privada

Através de ações indiretas três empresas promoveram a contenção de três voçorocas. Essas ações resultaram em simples processos de terraplanagem e adição de aterro. Localizadas na área do Distrito Industrial de Manaus, em dois dos três casos percebeu-se que os aterros e a compactação do solo foram mal realizados, podendo chuvas mais concentradas reativar essas incisões.

4.3.2.5. Ação de pesquisa acadêmica

Localizada na área do BIS (Amv), a voçoroca nº 9 foi escolhida para receber medidas de contenção que minimizassem ou sanassem a sua expansão. A técnica empregada nessa ação aqui chamada de *barreamento* consiste na construção de pequenas barragens de madeira em pontos estratégicos da incisão, com o objetivo de reter aí os sedimentos trazidos pelas enxurradas.

Fazem parte desses sedimentos além das partículas minerais do solo, restos orgânicos decompostos e até mesmo pequenos vegetais e sementes diversas. Esse conjunto de elementos trazidos pela enxurrada contribui para o aparecimento de novas plantas que tornarão cada vez mais resistente a incisão contra os efeitos das fortes chuvas. Além das pequenas barragens foram plantados bambus em espaçamentos de 0,5 m no interior da incisão (**FIGURA 92**).



FIGURA 92 – Seqüência evolutiva da voçoroca nº 9 antes e depois da aplicação da contenção. Foto 1 - cabeceira antes da contenção em novembro/2005. Foto 2 - cabeceira logo após da introdução da barragem de contenção em agosto/2006. Foto 3 - maior quantidade de sedimentos e brotação dos bambus em dezembro/2006. Foto 4 - grande acúmulo de sedimentos e bambus com mais de 0,5 m em julho/2007. A madeira utilizada nas barragens constitui-se de restos (*pallets* – estrutura de madeira utilizada para o transporte de mercadoria) descartados por algumas empresas do Distrito Industrial. 1º BIS (Amv). Bairro São Jorge. Manaus-AM.

No platô a montante das voçorocas do 1º BIS (Amv) o plantio de visgueiro (*Parkia pendula Benth. ex Walp.*), andiroba (*Carapa guianensis Aubl*),

castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.) e acácia (*Acácia mangium* Wild) tem contribuído com a reposição de nutrientes ao solo, no melhoramento das condições mecânicas do solo, na formação de serrapilheira (FERRAZ *et al.*, 2008) e na conseqüente diminuição do processo de erosão e expansão das cinco voçorocas localizadas a jusante dessa área. Essas espécies estão distribuídas na forma de blocos florestais em pontos específicos da área, conforme já representado na **FIGURA 65** (p. 163).

O que se percebeu na análise dos danos provocados pelas voçorocas e nas estimativas de contenção foi a diferença de valores entre as zonas afetadas (**QUADRO 29**) entre os bairros (**QUADRO 30**) e em relação aos platôs (**QUADRO 31**), com destaque para Zona Leste, Distrito Industrial e Platô Leste.

Outra observação a esse respeito é que o valor da contenção não leva em consideração o valor do m² estipulado pela PMM, mas o valor do custo por m² que fica em torno de U\$ 60,00. Desta forma, o valor da contenção pode ser muito maior que os danos provocados, como por exemplo: o bairro Tarumã, apresenta um custo de contenção 15,4 vezes maior que os danos provocados pelas incisões (**QUADRO 30**). Isso pode servir como desestímulo à contenção por parte do poder público, principalmente nas áreas menos valorizadas.

Mesmo quando se compara os danos médios por voçoroca (R\$ 72.533,33) com os custos médios de contenção (R\$ 195.456,20) verifica-se a grande diferença entre esses valores. Os danos médios por platô variam entre R\$ 11.387,77 a R\$ 99.168,91 e os custos com contenções variam de R\$ 58.447,48 a R\$ 254.015,50 em termos médios (**QUADRO 31**).

QUADRO 29 – Danos e estimativa de custos (R\$) para contenção das voçorocas por zonas, Manaus (AM)

	Norte	Sul	Leste	Oeste
Danos (R\$)*	218.699,04	553.540,49	5.594.931,67	233.361,89
Contenção (R\$)**	906.237,75	1.287.331,14	14.461.631,14	1.131.316,69

* Danos calculados com base nos valores estipulados pela PMM (2006);

** Estimativa dos custos de contenção com base no valor do dólar em 30 de junho de 2006.

QUADRO 30 – Danos e estimativa de custos (R\$) para contenção das voçorocas por bairros, Manaus (AM)

Ord.	Bairro	Quant.	Danos*	Contenção**
1	Col.Sant.Antonio	5	17.616,51	106.585,65
2	Tarumã	11	54.607,32	839.079,31
3	Mauazinho	2	65.010,40	945.235,20
4	São Jorge	5	178.754,57	292.237,38
5	Cidade Nova	8	201.082,53	799.652,10
6	São José	4	220.215,00	719.313,60
7	Vila Buriti	4	553.540,49	1.287.331,14
8	Jorge Teixeira	13	589.634,33	3.856.832,28
9	Distrito Industrial	39	4.720.071,95	8.940.250,05
	Total	91	6.600.533,10	17.786.516,73

* Danos calculados com base nos valores estipulados pela PMM (2006);

** Estimativa dos custos de contenção com base no valor do dólar em 30 de junho de 2006.

QUADRO 31 – Danos e estimativa de custos (R\$) para contenção das voçorocas por platôs, Manaus (AM)

Platôs	Quant.	Danos (R\$)*	Danos médios (R\$)	Contenção (R\$)**	Contenção média (R\$)
1º. BIS (Amv)	5	178.754,57	35.750,91	292.237,38	58.447,48
Norte	24	273.306,36	11.387,77	1.745.317,06	72.721,54
Leste	62	6.148.472,17	99.168,91	15.748.962,27	254.015,50
	91	6.600.533,10	72.533,33	17.786.516,71	195.456,20

* Danos calculados com base nos valores estipulados pela PMM (2006);

** Estimativa dos custos de contenção com base no valor do dólar em junho de 2006.

Em síntese, poucas ações vêm sendo realizadas para conter os avanços dessas incisões. Por outro lado, deve-se considerar o alto custo de algumas medidas de contenção. Ainda assim, as poucas obras com tal finalidade não tem surtido o efeito desejado, o que resulta em projetos de contenção tecnicamente incompletos e bastante onerosos. Para melhor sintetizar essa afirmativa, estão descritas no **ANEXO 13** as contenções observadas de 1987 a 2006 em Manaus, destacando o tipo de contenção, o local de execução, o objetivo da obra, os erros cometidos, como deveria ter sido feita a contenção e o que foi feito de correto.

CONCLUSÕES

Os resultados expostos neste trabalho conduzem a algumas conclusões a respeito da ocorrência de voçorocas em Manaus. Antes, porém, é importante lembrar que seu objetivo principal foi analisar a influência de aspectos geomorfológicos, hidrográficos e urbanos no desenvolvimento das voçorocas em Manaus. Para isso, será apresentado primeiro um resumo dos resultados obtidos para então proceder à análise da influência dos aspectos naturais e urbanos em relação ao problema estudado.

Foram cadastradas 91 voçorocas no perímetro urbano de Manaus, distribuídas por 4 zonas (Norte, Sul, Leste e Oeste) em 9 bairros (Distrito Industrial, Mauazinho, Vila Buriti, Jorge Teixeira, São José, Cidade Nova, Colônia Santo Antonio, Tarumã e São Jorge) dos 56 existentes. A Zona Leste apresenta a maior concentração (n=58), seguida da Zona Oeste (n=16), depois a Zona Norte (n=13) e por fim a Zona Sul (n=4). O bairro do Distrito Industrial apresentou 39 voçorocas (maior concentração por bairro), enquanto o Bairro do Mauazinho, apenas 2 incisões, a menor concentração entre os bairros.

Pelo critério de tamanho adotado neste trabalho, as voçorocas foram classificadas como sendo grandes incisões, apresentando volume médio erodido por voçoroca de 22.900 m^3 e ocupando uma área média de 1.500 m^2 . Numa classificação por tamanho médio, as zonas Leste e Sul foram as que apresentaram as maiores voçorocas, ao passo que nas Zonas Norte e Oeste observaram-se as menores incisões. Em termos absolutos, a Zona Oeste apresentou a maior voçoroca em comprimento (208,8 m) e a Zona Leste a maior em largura (104 m) e profundidade (30,8 m). O tipo de voçoroca predominante é a conectada (n=75), e em menor número as desconectadas (n=14) e integradas (n=2). Quanto à forma há 66 retangulares, 11 bifurcadas, 7 lineares e 7 ramificadas.

Observando as características naturais de Manaus, verifica-se a ocorrência das voçorocas sobre três classes de solos: 83,5% sobre Latossolos; 5,5% sobre Argissolos; 2,2% sobre Espodossolos; 1,1% abrangem duas classes ao mesmo tempo (Latossolos e Espodossolos) e 7,7% sobre Aterros. No Latossolo sem

vegetação tem ocorrido a formação de crostas, as quais dificultam a infiltração e favorecem o escoamento superficial, uma das principais causas do voçorocamento. Não foram analisados lineamentos (falhas e juntas) na orientação das voçorocas. No entanto, de 91 incisões cadastradas, 41 apresentam a mesma orientação dos principais lineamentos das juntas e falhas locais; 7 coincidem com a orientação do sistema de drenagem artificial; 40 apresentam orientação mista, ou seja, evoluem no sentido da drenagem artificial e das juntas e falhas, e 3 não apresentam orientação coincidente com a drenagem artificial nem com os lineamentos estruturais, e essas coincidências direcionais não sugerem controle estrutural.

Em termos de topografia, predominam em Manaus voçorocas sobre encostas com bases convexas, perfazendo 66% (n=60), enquanto as restantes distribuem-se nas encostas côncavas incidindo em 8,8% (n=8); 6,5% (n=6) nas encostas retilíneas; 8,8% (n=8) sobre os baixios e 9,9% (n=9) sobre os taludes. A declividade onde ocorrem varia de 2° a 44°, predominando nas porções de maior declividade do terreno (encosta, baixio ou talude). Uma característica que chamou atenção no relevo refere-se ao maior grau de dissecamento da porção leste da cidade, onde se verificam encostas com maior declividade, mais curtas, vales mais encaixados, platôs mais estreitos e as maiores cotas altimétricas. Diferente principalmente da zona Oeste, onde há encostas mais longas, vales amplos, menores declividades e menores altitudes.

Nos últimos 100 anos de observações climatológicas (1917 a 2006), aumentou o volume médio anual de chuvas nos três últimos períodos (1917 a 1946; 1947 a 1976 e 1977 a 2006), sendo respectivamente 2095,7 mm, 2206,4 mm e 2276,5 mm. Esses dados refletem conseqüentemente no aumento da erosividade anual também nesses três períodos em 220,6 mm, 218,1 mm e 234,7 mm, respectivamente. Comparando ainda a média geral dos últimos 100 anos (1917 a 2006) com a média do período de 1995 a 2006, década de maior ocorrência de voçorocas em Manaus, percebe-se um aumento na taxa de erosividade de 231 mm para 246,6 mm.

Em 1986 a área desmatada em Manaus ficava em torno de 192,6 km², aumentando para 234,1 km² em 1995 e para 288,3 km² em 2004 (aumento de quase

50%). Entre as zonas, a Leste teve um aumento da área desmatada nesse período em mais de 100%. O número de voçorocas também foi aumentando: 2 até 1986, 27 até 1995 e 91 até 2004. Em se tratando de vegetação, destacamos que 84 voçorocas surgiram em áreas onde ocorreu o desmatamento e apenas 7 em áreas com a presença da vegetação. Neste último grupo de voçorocas, o principal fator desencadeador das incisões foi o sistema de drenagem pluvial.

Embora a influência da hidrografia nos processos erosivos de Manaus tenha sido pouco estudada, a caracterização das bacias urbanas da cidade mostrou que 50 voçorocas estão localizadas na bacia nº 15 (Colônia Antônio Aleixo). Mesmo sem estudos localizados que medissem as variações fluviométricas dessa bacia e as conseqüentes flutuações nos níveis dos lençóis freáticos das encostas próximas, é possível compreender que as encostas que formam essa bacia estão sujeitas às variações fluviométricas do rio Amazonas, fator que altera seus níveis freáticos, tornando-as mais predispostas a instabilidades (processos erosivos), principalmente superfícies desmatadas, diferente do que ocorre com bacias maiores, como a do Tarumã e a do São Raimundo, em que as variações do curso principal atingem as encostas mais lentamente. Os cálculos de Densidade Hidrográfica (Dh), Densidade de Drenagem (Dd) e Extensão do percurso superficial (Eps) indicam maior dissecação na bacia nº 15 com maior concentração de voçorocas, observação reforçada pelo mapa de declividade e pelos perfis topográficos.

Em termos de ação antrópica, as influências estão assim distribuídas: 68,1% ligadas ao desmatamento e associações (3,3% relativos exclusivamente ao desmatamento, 58,3% ao desmatamento e terraplenagem e 6,5% do desmatamento associada com a terraplanagem e exploração mineral) e 31,9 % relacionadas à influência da drenagem. A área a montante, próxima à cabeceira de cada voçoroca, é caracterizada em maior parte pela urbanização (52,7%), desmatada e terraplanada (36,3 %) e somente desmatada (11%).

A jusante das incisões estão cursos d'água (58,2%), moradias e/ou área urbanizada (20%), área desmatada (11%), vegetação (4,4%), área assoreada/sem curso d'água (3,3%) e área desmatada e terraplanada/sem ocupação (2,2%).

Os danos ambientais referem-se à inutilização da área da voçoroca (que envolve não somente a incisão, mas também a área circundante), perda de solo, assoreamento de canais e fundos de vale, desaparecimento de parte da vegetação afetada diretamente pela incisão ou pelos efeitos do assoreamento, modificações hidrodinâmicas na área afetada (diminuição da capacidade de infiltração do solo e conseqüente diminuição na recarga dos níveis freáticos, formação de fluxos superficiais mais intensos), encrostamento da superfície do terreno com conseqüente diminuição da vegetação e uso indevido da incisão como depósito de lixo doméstico e industrial. Calcular esses danos e transformá-los em valores reais é praticamente impossível.

No que diz respeito aos danos materiais, as voçorocas cadastradas inutilizaram uma área de 136.987,9 m², ao custo global de R\$ 6.600.533,10 (valor relativo somente à área da incisão) e um dano médio por voçoroca em torno de R\$ 72.500,00. Todavia, o dano global é maior quando se contabiliza também a área de abrangência da incisão, incluindo danos relativos às moradias, à drenagem e à remoção de famílias, ultrapassando os 27 milhões de reais. A perda total de material erodido corresponde a 2.083.894 m³. Individualizados por platô, os danos calculados são os seguintes: Platô 1º. BIS (Amv) = R\$ 178.754,57; Platô Norte = R\$ 273.306,36 e Platô Leste = R\$ 6.148.472,17. Em termos de contenção os custos são 2,6 vezes maiores que os danos provocados pela incisão. A contenção para toda a cidade fica em R\$ 17.786.516,71 com média por voçoroca em torno de R\$ 195.000,00.

O material erodido de 75 voçorocas contribui para o assoreamento da área a jusante da incisão, atingindo vales, cursos d'água e vegetação. Conseguiu-se averiguar que a área a jusante de 18 incisões (19,8 %) encontra-se ocupada por moradias ou está urbanizada. No que se refere aos danos por zona, a Leste lidera a ocorrência desse tipo de feição erosiva, com total de 58 incisões (63,73 %), seguida pela zona Oeste com 16 (17,6 %), zona Norte com 13 (14,3 %) e zona Sul com 4 voçorocas (4,4 %).

Os dados relativos aos volumes erodidos das voçorocas distribuídas por zonas demonstraram que a Leste foi a que sofreu maior perda, totalizando 1.804.281,00 m³, enquanto a Norte teve a menor perda, com o total de 49.676,42

m³. A zona Leste, além de concentrar maior número de voçorocas (n=58), apresenta topografia bastante irregular e solos profundos, os quais favoreceram a formação de grandes incisões. Já na Zona zorte, 54% das voçorocas desenvolveram-se sobre superfície plana e em solos relativamente rasos. Além de provocar a inutilização da área e perda de grande volume de material que compõe o terreno, 25 voçorocas (27,47 %) são utilizadas como área de despejo de lixo pelos residentes das cercanias.

Com essas informações (aspectos naturais, histórico de ocorrência, uso e ocupação do solo a montante e a jusante das voçorocas) foi possível organizar as voçorocas em 6 grupos, dos quais foram construídos modelos esquemáticos para explicar de forma sintética como as voçorocas aqui trabalhadas surgiram. São eles: 1) drenagem artificial – canaleta pequena (n=24); 2) drenagem artificial – canaleta sem dissipador de energia (n=5); 3) desmatamento (n=3); 4) desmatamento e terraplanagem – com ocupação (n=14); 5) desmatamento e terraplanagem – sem ocupação (n=39); e 6) desmatamento e exploração mineral (n=6).

O quadro natural difere em cada área por suas características do relevo (declividade, comprimento e forma da encosta), distribuição de chuvas e pela configuração das bacias de drenagem existentes, por exemplo, também influencia essa distribuição das voçorocas. O relevo na zona Leste apresenta-se mais irregular, com encostas convexas de grande declividade, as quais favorecem o aumento da velocidade dos escoamentos, enquanto a influência da rede de drenagem de menor hierarquização e mais próxima do rio Amazonas torna a área abrangida por essa drenagem mais sujeita às oscilações das enchentes e vazantes. Ou seja, a variação do nível de base das áreas atingidas pelos canais (igarapés) em virtude das enchentes e vazantes influencia a flutuação dos níveis freáticos das encostas. Quando a encosta encontra-se vegetada, essas oscilações não quebram a resistência do solo a escorregamentos ou a processos erosivos, ao passo que o desmatamento rompe esse equilíbrio aumentando a susceptibilidade da área à ocorrência de voçorocas, por exemplo. O desmatamento e posterior terraplanagem favorecem o encrostamento da superfície do terreno, dificultando a infiltração da água após eventos chuvosos.

Noutras zonas, como a Sul, Centro-Sul, Oeste e Centro-Oeste, e mais uma pequena parcela da zona Leste (fronteira com a zona centro-sul e sul) que compreendem toda a urbanização mais antiga de Manaus (ocupada até 1970), o relevo é menos irregular e a precipitação é menor, exceto em uma parcela da zona oeste, que se configura como a maior zona de precipitação em Manaus. Nesta última parcela a presença ainda marcante da vegetação (Unidades de conservação da Ponta Negra e Tarumã) constitui fator de resistência à erosão do solo verificando-se voçorocas somente nas áreas degradadas.

Nas demais zonas, exceto na Leste, o processo de ocupação se deu no período de 301 anos, que se inicia com a fundação da cidade em 1669 e vai até a década de 70 (século XX). Nesse período não há registro de voçorocas ou de qualquer outro tipo de incisão erosiva na cidade, não se sabe se pela falta de atenção que esse tipo de feição erosiva despertava na população e no poder público, ou se pela própria ausência de processos erosivos de grande intensidade que provocassem o aparecimento de voçorocas.

Feitas as correlações entre comprimento e largura, verificou-se que na maior parte das voçorocas com até 100 m de comprimento e até 20 m de profundidade a largura não ultrapassa os 60 m. Observou-se também que a profundidade da voçoroca tende a acompanhar a expansão da incisão, principalmente nos primeiros 50 m de comprimento. A profundidade e a largura da incisão mostraram forte correlação, principalmente em voçorocas com até 40 m de largura. A maioria das voçorocas está localizada em encostas com até 200 m de comprimento e em terreno de maior declividade, no qual sua profundidade é superior a 10 m. O volume erodido das voçorocas apresenta forte relação com a largura, principalmente nas zonas Oeste e Leste, diferente do que ocorre nas zonas Norte e Sul, onde o tamanho das voçorocas (volume erodido) está mais relacionado à profundidade e ao comprimento, respectivamente. Quando as correlações foram feitas por platôs, houve mais resultados com o valor de $r > 0,6$, principalmente no Platô Leste, onde estão as maiores incisões e a maioria das voçorocas de Manaus. De maneira geral, as correlações demonstraram que a declividade e comprimento das encostas influem nas voçorocas. A existência de 66 voçorocas retangulares na cidade de

Manaus confirma a influência do relevo no desenvolvimento de voçorocas, uma vez que esse tipo de voçoroca resulta da rápida evolução que é mais percebida em encostas com grande declividade e de menor comprimento.

Uma característica que distingue o Platô Leste do Platô Norte é o fato de o primeiro ser mais dissecado, que deriva da combinação entre altimetria e comprimento da encosta, ou seja, maior altitude ajustada com encosta mais curta resulta em declividade maior, diferentemente do que ocorre com as encostas do Platô Norte, onde o ajuste entre encostas mais longas e com menor altimetria implica declividades menores. Outras características confirmam o maior dissecamento do Platô Leste, como a maior densidade de drenagem (Dd) e a maior densidade hidrográfica (Dh) das bacias ali situadas. Dessa forma, a morfometria do relevo de Manaus relevou sua forte influência no desenvolvimento de processos erosivos e conseqüentemente de voçorocas, principalmente na porção leste de Manaus (Platô Leste), onde predominam encostas com forte declividade, encostas com perfil longitudinal convexo e de menor comprimento, combinação que faz com que a evolução das voçorocas seja bastante rápida, fato explicado pela maior quantidade de voçorocas retangulares nesse platô.

Pelo exposto, as voçorocas existentes na área urbana de Manaus são oriundas da combinação de fatores antrópicos com fatores naturais, os quais diferem de uma porção para outra. As diferenças mais marcantes e que tornam determinada área mais susceptível que outra estão diretamente ligadas às características do relevo (forma e declividade da encosta) e ao processo de urbanização comandado pelo poder público. O desmatamento e a terraplanagem foram as ações que se destacaram no surgimento de feições erosivas dessa magnitude e que resultou em uma influência direta em mais de 58% dos casos. Convém salientar que 92% das voçorocas surgiram em áreas onde a cobertura vegetal foi retirada. Também foi importante o papel desempenhado pelos deficientes sistemas de drenagem, os quais contribuíram diretamente em mais de 31% dos casos de voçorocamento.

Em 100% dos casos de voçorocamento em Manaus a intervenção humana homem é marcante, seja através do desmatamento e da terraplanagem (58,3%), seja pela instalação de sistemas de drenagem (31,9%), ou do simples

desmatamento (3,3%) ou ainda das grandes alterações provocadas pelo desmatamento e exploração mineral (6,5%). A soma dos dois primeiros casos resulta em 82 voçorocas (90,2%) surgidas após intervenção direta do poder público. Essa afirmativa vem derrubar a hipótese defendida pelo senso comum de que a ocupação irregular é a principal responsável pelo surgimento das voçorocas em Manaus. Caso isso fosse verdadeiro, teria ocorrido voçorocamento em todos os bairros de Manaus. Tomando como exemplo a Zona Leste, que embora seja considerada a zona onde mais ocorrem ocupações irregulares, constatou-se que a maioria desse tipo de incisão originou-se em áreas onde predomina a ocupação ordenada, a cargo do poder público.

A origem das voçorocas se prende também à forma de apropriação do espaço urbano de Manaus, como o que ocorre em empreendimentos imobiliários de alto padrão, onde a infra-estrutura empregada minimiza a ação das chuvas para provocar erosão (nestes, nenhuma voçoroca foi encontrada). Já nas ocupações populares espontâneas, apesar de inicialmente agressiva (desmatamento e uso de encostas de grande declividade), os processos erosivos intensos somente ocorrem após intervenção do poder público por meio da instalação do sistema de drenagem ineficiente ou após processo de terraplanagem, principais fatores desencadeadores antrópicos.

Defende-se aqui, portanto, a tese de que voçorocas surgem e se concentram em alguns pontos da cidade de Manaus pela ação combinada de vários fatores, como: desmatamento e terraplanagem, sistema de drenagem artificial deficiente, comprimento da encosta, forma convexa e grande declividade na base das encostas onde os horizontes são mais arenosos. A maior parte das voçorocas de Manaus está localizada no Platô Leste, cuja dissecação o torna ambiente propício ao surgimento desse tipo de feição erosiva. Para deflagrá-la, basta algum desequilíbrio, como o desmatamento, por exemplo. Esse platô merece, portanto, maior atenção, por suas características de relevo e hidrografia, a fim de evitar maiores danos ambientais e urbanos.

O que se percebeu com esse trabalho é que determinadas áreas da cidade de Manaus concentram um maior número de voçorocas que outras e o principal

motivo deve-se às características do relevo, em especial a declividade e comprimento da encosta, ou seja, nas superfícies mais dissecadas, é maior a ocorrência de processos erosivos lineares e conseqüentemente o surgimento e expansão de voçorocas. Do ponto de vista da influência antrópica, o desmatamento e terraplenagem criam as condições ideais nessas superfícies dissecadas para a deflagração de processos de voçorocamentos, que aliados a sistemas de drenagem pluviais ineficientes tornam mais rápido o surgimento dessas incisões. A ausência das características naturais e antrópicas acima citadas fazem com que certas áreas sejam menores o aparecimento de voçorocas ou inexistam essas incisões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, A. N. (1953). A cidade de Manaus. **In: Boletim Paulista de Geografia.** No. 15. São Paulo: AGB / Seção Regional de São Paulo. p.18-45.

_____. (1968). As boçorocas de Franca. **In: Revista da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Franca.** Ano I. N^o. 2. Franca: FFF. p. 5-27

AGUIAR, F. E. O. (1995). **As alterações climáticas em Manaus no século XX.** Rio de Janeiro. UFRJ: Instituto de Geociências: Departamento de Geografia. 182 p.

ALMEIDA, F.G. de e GUERRA, A.J.T. (2001). Erosão dos solos e impactos ambientais na cidade de Sorriso (Mato Grosso). **In: GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B. da (orgs.). Impactos Ambientais Urbanos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 253–274

AMARAL, N.D. (1989). **Noções de conservação do solo.** 2^a Edição. São Paulo: Nobel. 120 p.

AMAZONAS – GOVERNO DO ESTADO – SEPLAN; MANAUS – Prefeitura Municipal; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. (2006). **Desenvolvimento Humano em Manaus – Atlas Municipal.** 2006. Volume I. (cd room).

BACCARO, C.A.D. (1999). Processos erosivos no Domínio do Cerrado. **In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S. da e BOTELHO, R.G.M. (orgs.). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 195-227

BIGARELLA, J.J. e MAZUCHOWSKI, J.Z. (1985). Visão integrada da problemática da erosão. **In: 3^o Simpósio Nacional de Controle de Erosão.** (Livro Guia). Maringá: ABGE/ADEA. 331 p.

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

BRYAN, R.B. e JONES, J.A.A. (1997). The significance of soil piping processes: inventory and prospect. **In: Geomorphology.** No. 20. p. 209-218.

CANIL, K.; IWASA, O.Y.; SILVA, W.S. e ALMEIDA, L.E.G. (1995). Mapa de feições erosivas lineares do Estado de São Paulo: uma análise qualitativa e quantitativa. **In: . In: 5^o Simpósio Nacional de Controle de Erosão.** (Anais). Baurú: ABGE/PMB/UNESP. p. 249-251

- CHRISTOFOLETTI, A. (1974). **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher. 149p.
- COELHO NETTO, A.L.; FERNANDES, N.F.; DEUS, C.E. (1988). Gullying in the Southeastern Brazilian plateau, Bananal (SP). **In: Proceedings of the Porto Alegre Symposium in Sediment Budgets**. IAHS Publications, n°. 174. p. 35-42
- COELHO NETTO, A.L. (1994). 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. p. 93-148
- CORRÊA, A.A.M. (1959). **Métodos de combate à erosão do solo**. Série Didática – n°. 17. Rio de Janeiro: Edições SAI.
- CORRÊA, L. de M. (1966). **O nascimento de uma cidade**. Série Torquato Tapajós. Volume IX. Manaus: Edições Governo do Estado do Amazonas. 80 p.
- COSTA, R.C.R.da; NATALI FILHO, T. e OLIVEIRA, A.A.B.de. (1978). Geomorfologia. **IN: Projeto RADAMBRASIL**. Folha SA 20 - Manaus. Rio de Janeiro: DNPM. p. 165-244
- CPRM – Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. (2007). **Cotas médias diárias (centímetros) do Rio Negro (09/1902 a 03/2007)**. Manaus: CPRM. (planilha em formato digital).
- CUNHA, M.A. (Coord.); FARAH, F.; CERRI, L.E.S.; GOMES, L.A.; GALVÊZ, M.L.; BITAR, O.Y.; AUGUSTO FILHO, O. e SILVA, W.S. da. (1991). **Ocupação de Encostas**. São Paulo: IPT. 216 p.
- CURI, N. (Coord.). (1991). **Vocabulário de Ciência do Solo**. Campinas: SBCS. 78p.
- DIETRICH, W.E. e DUNNE, T. (1993). The channel head. **In: BEVEN, K. e KIRKBY, M.J. Channel Network Hydrology**. John Wiley & Sons Ltd. p. 175- 219
- DUNNE, T. (1990). 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. p. 1-28
- EVANS, R. (1984). Mecanismos de la erosión hídrica y sus controles espaciales y temporales: un punto de vista empírico. **In: KIRKBY, M.J.; MORGAN, R.P.C. Erosion de suelos**. México: Limusa. p. 141 – 163

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisas de solos (1997). **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª. Edição. Rio de Janeiro: 212 p.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1967). **La erosión del suelo por el agua: algunas medidas para combatirla en las tierras de cultivo**. Roma: FAO. 207 p.

FENDRICH, R. (1984). Erosão Urbana. In: **FENDRICH, R.; OBLADEN, N.L.; AISRE, M.M.; GARCIAS, C.M. e ZENY, A.S. Drenagem e controle de erosão urbana**. Curitiba: EDUCA – Editora Universitária Champagnat. p. 14-43

FERNANDES FILHO, L.A. (1996). **Geologia, Mineralogia, Geoquímica dos Lateritos de Manaus – Amazonas**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará. Belém: UFPA. 180 p.

FERRAZ, J.B.S.; REIS, T.; MENEZES, R.; FERREIRA, M.; FARIAS, P. (2008). Plantio de Castanheira da Amazônia (*Bertholletia excelsa H.B.*) para restauração de áreas altamente degradadas em Manaus (AM) – Brasil. In: **IV Congresso Forestal Latino Americano**. Libro Resúmenes. Universidad de Los Andes. Umérica – Venezuela. p. 174

FOURNIER, F. (1975). La erosión del suelo. IN: _____. **Conservación de Suelos**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. p. 37-77

FRANZINELLI, E. e PIUCCI, J. (1988). Evidências de neotectonismo na Bacia Amazônica. Anais. **VII Congresso Latino Americano de Geologia**. Belém. p. 80-90.

GUERRA, A.J.T. (1994). Processos erosivos nas encostas. In: **GUERRA, A. J.T. & CUNHA, S.B. da. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 149-209

GUERRA, A. T. e GUERRA, A.J.T. (1997). **Novo dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil. 652 p.

GUERRA, A.J.T.; MENDONÇA, J.K.S. (2004). Erosão dos solos e a questão ambiental. In: **VITTE, A.C. e GUERRA, A.J.T. (orgs.). Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 225–256

HOLY, M. (1980). Erosion and environment. **In: Environment sciences and applications.** Vol. 9. Oxford – New York – Toronto – Sydney – Paris – Frankfurt, Pergamon Press. 225p.

HORTON, R.E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basis: hydrophysical approach to quantitative morphology. **In: Bulletin of the Geological Society of America.** Vol. 56. p. 275-370

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2000). Disponível em <http://www.ibge.gov.br/censodemográfico> . Acesso em 15.01.2001, 20:30:00.

IGREJA, H.L.S. (2000). **Aspectos do modelo neotectônico da Placa Sul-Americana na Província Estrutural Amazônica, Brasil.** Tese referente ao concurso de Professor Titular. Manaus: UFAM – Departamento de Geologia. 151 p.

IMPLAN – Instituto Municipal de Planejamento Urbano e Informática, CPRM – Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. (1996). **Base cartográfica da área urbana de Manaus-AM.** (cd room). Manaus: Sonopress, IMPLAN, CPRM.

IMPLURB - Instituto Municipal de Planejamento Urbano. (2006). **Mapa topográfico de Manaus.** Escala 1:10.000. Curvas de Nível com equidistância de 5 m. Prefeitura Municipal de Manaus. IMPLURB. (formato digital).

INMET (2007). **Dados pluviométricos de 1901 a 2006.** Manaus: INMET. (planilha em formato digital).

IWASA, O.Y.; PRADI, E.C.; KERTZMAN, F.F.; OLIVEIRA, A.M.dos S.; PONÇANO, W.L. e SALOMÃO, F.X.de T. (1987). 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. p. 137-148

KENNEDY, Barbara A. (2001). Charles Lyell and Modern changes of the Earth: the Milledgeville Gully. **In: Geomorphology.** No. 40. p. 91-98.

LEAL, P. C. (1996). **Caracterização e interpretações genéticas de alguns solos da região de Manaus-AM.** Ciências do Solo. Recife-PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco. 109 p.

LEPSCH, I.F. (1993). **Solos: formação e conservação.** 5ª edição. São Paulo: Melhoramentos. 157 p.

LIMA, M.C. (1999). **Contribuição ao estudo do processo evolutivo de boçorocas na área urbana de Manaus.** (Dissertação de Mestrado). Departamento de Engenharia Civil: FT/UNB. 150 p.

LOZET, J. e MATHIEU, C. (2002). **Dictionnaire de Science du Sol.** Quatrième édition. Paris: Tec & Doc.

MAFRA, N.M.C. (1999). Erosão e planificação de uso do solo. In: **GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S. da e BOTELHO, R.G.M. (orgs.). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 301 - 322

MARÇAL, M. dos S. e GUERRA, A.J.T. (2001). Processos de urbanização e mudanças na paisagem da cidade de açailândia (Maranhão). In: **GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B. da (orgs.). Impactos ambientais urbanos no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 275-303

MARICATO, E. As idéias fora do lugar e o lugar fora das idéias: planejamento urbano. In: **ARANTES, O.; VAINER, C. e MARICATO, E. A cidade do pensamento único: desmanchando consensos.** 2ª. Edição. Petrópolis – RJ: Vozes, 2000. Pp. 121 - 192

MELLO, O. (1967). **Topônimos Amazonenses: nomes das cidades amazonenses sua origem e significação.** Série Torquato Tapajós. Volume XIII. Edições Governo do Estado do Amazonas. 163 p.

MOLINARI, D.C. e VIEIRA, A.F.G. (2004). Considerações preliminares sobre a capacidade de infiltração de água no solo no Distrito Industrial II – Manaus (AM). In: **V Simpósio Nacional de Geomorfologia e I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia.** (Anais). Santa Maria: UGB/UFSM. p. 100-115

MONTENEGRO e TUCCI (2005). Saneamento ambiental no Brasil: saneamento ambiental e águas pluviais. In: **BRASIL – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Gestão do território e manejo integrado das águas urbanas.** Brasília: Ministério das Cidades. 270p.

MORGAN, R.P.C. (1986). **Soil erosion and conservation.** Longman Group. Inglaterra. 298p.

MUNIZ, L. da S.; VIEIRA, A.F.G. e ALBUQUERQUE, A.R. da C. (2004). Voçorocas do Distrito Industrial II – Manaus (AM). In: **V Simpósio Nacional de Geomorfologia e I**

Encontro Sul-Americano de Geomorfologia. (Anais). Santa Maria: UGB/UFMS. p. 150-165

NASCIMENTO, M.A.L.S. (1994). Erosões Urbanas em Goiânia. **In: Boletim Goiano de Geografia.** 14 (1). Goiânia: Editora da UFG. p. 77-101

NASCIMENTO, E.E.D.J. (1998). **Contribuições ao estudo de processos erosivos acelerados em áreas de rampas de dissipação.** (Dissertação de Mestrado). Florianópolis: DPGG/UFSC. 181 p.

NAVA, D.B. (1999). **Mapa de vulnerabilidade aos processos erosivos da porção sudoeste da cidade de Manaus, Amazonas.** (Dissertação de Mestrado). Manaus: CCA/UFAM. 92 p.

NEBOIT, R. (1983). L'érosion, phenomene naturel et fait de civilisation. **IN: _____(org.). L'Home et l'érosion.** Nouvelle série. Fascicule 17. Clermont-Ferrand: Association des Publications de la Faculté des Lettres et Sciences Humaines de Clermont-Ferrand (France). p. 5-28

NIMER, E. (1989). Climatologia da Região Norte. **In: _____.** **Climatologia do Brasil.** 2ª edição. Rio de Janeiro: IBGE – Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. p. 363-392

OLIVEIRA, A.M. dos S.; PONÇANO, W.L; SALOMÃO, F.X.de T.; DONZELI, P.L.; ROCHA, G.A. e VALÉRIO FILHO, M. (1987). 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. p. 51-71

OLIVEIRA, M.A.T.de. (1989). Erosion Disconformities and Gully Morphology: A Threedimensional Approach. **In: Catena: na interdisciplinary journal of Soil Science Hydrology – Geomorphology.** Vol. 16. W. Germany: Catena Verlag. p. 413-423

_____. (1992). **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. 401 p.

_____. (1995). 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 – 1^o e 2^o semestres de 1995. Florianópolis, 1996. p. 153-182

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

OLIVEIRA, M.A.T.de e MEIS, M.R.M. (1985). Relações entre geometria do relevo e formas de erosão linear acelerada (Bananal, SP). **In: Geociências**. nº 4. São Paulo. p. 87-99

OLIVEIRA, M.A.T.de; VIEIRA, A.F.G.; POSSAS, H.P.; PAISANI, J.C.; LOPES, L.J.; LIMA, M.do S.B.de e PONTELLI, M.E. (1996). 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. p. 211-213

OLIVEIRA, M.A.T.de e CAMARGO, G. (1996). 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. p. 118-121

OLIVEIRA, M.A.T.de e HERRMANN, M.L.P. (2001). Ocupação do solo e riscos ambientais na área conurbada de Florianópolis. **In: GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B. da. (orgs.). Impactos Ambientais Urbanos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 147-188

OLIVEIRA, M.A.T. (2006). **Tipos de condutividades hidráulicas**. Florianópolis: UFSC. Informação escrita fornecida para Antonio Fábio Guimarães Vieira.

PARSONS, A.J. (1988). **Hillslope form**. London and New York: Routledge. 212 p.

PERLIN, J. (1989). **A forest journey: the role of wood in the development of civilization**. New York. London. Norton & Company. 445 p.

PMM – Prefeitura Municipal de Manaus. (2001). **Relação de obras e serviços públicos contratados pelo poder público Municipal no exercício de 2001**. Manaus: PMM. 14p.

_____. (2006). **Valores básicos dos bairros**. DEAP – Departamento de Engenharia, Avaliações e Perícias. Manaus: PMM, DEAP. 1 p.

POINTING, C. (1995). **Uma história verde do Mundo**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.

RIBEIRO FILHO, V. (1997). **Mobilidade Residencial em Manaus: Uma Análise Introductória**. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro: UFRJ.

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

RUHE, R.V. (1975). **Geomorphology: Geomorphic processes and surficial geology**. Boston: Houghton Mifflin. 219p.

SALATI, E. (1985). The climatology and hydrology of Amazônia. In: PRANCE, G.T.; LOVEJOY, T.E. **Key environments Amazonia**. Oxford: Pergamon Press. p. 18-48

_____. (1990). Modificações da Amazônia nos últimos 300 anos: suas conseqüências sociais e ecológicas. In: BRITO, S.S. (Ed.). **Desafio Amazônico: o futuro da civilização dos trópicos**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, CNPq. p. 23-39

SALOMÃO, F.X. de T. (1999). Controle e prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, A. J.T.; SILVA, A.S. da e BOTELHO, R.G.M. (orgs.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 229 - 300

SANTOS JUNIOR, E.V.da C. (2002). **Identificação e Análise Geoambiental de processos erosivos em uma porção da área urbana de Manaus-AM (bairros Cidade Nova e Mauzinho)**. (Dissertação de Mestrado). Manaus: CCA/UFAM. 136 p.

SÃO PAULO, Secretaria de Energia e Saneamento de. (1990). **Controle de Erosão**. 2ª edição. São Paulo: DAEE / IPT. 92 p.

SEMOSB – Secretaria Municipal de Obras. (1991). **Mapa topográfico da área urbana de Manaus (AM)**. Curvas de nível com equidistância de 25 m entre as linhas. 1 folha em escala de 1:25.000.

SCHULTZ, L.A. (1983). **Métodos de conservação do solo**. Porto Alegre: Sagra. 76 p.

SILVA, A. M. da. (2004). Rainfall erosivity map for Brazil. **In: Catena**. N.57. p. 251 - 259

SILVEIRA, A.L.da; LOUZADA, J.A.; BELTRAME, L.F. (1993). Infiltração e armazenamento no solo. **In: TUCCI, C.E.M. (org.). Hidrologia: Ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. Da Universidade: ABRH: EDUSP. p. 335 - 372

SIPAM – Sistema de Proteção da Amazônia. (2005) **Estudo do desmatamento na Zona Urbana de Manaus e sua relação com a expansão demográfica**. Manaus: CENSIPAM/CTO-MN/DAMB. (cd room).

SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. (1975). **Glossary of soil science terms**. Madison, Wisconsin-USA. p. 1-34

SÓPITO, M.E.B. (2000). **Capitalismo e urbanização**. 10ª Edição. São Paulo: Contexto. 80 p.

SUFRAMA – Superintendência da Zona Franca de Manaus (2003). **Croqui topográfico da área de expansão do Distrito Industrial – Manaus (AM)**. Curvas de nível com equidistância de 25 m entre as linhas. (1 folha sem escala).

TAKAKI, A.J.H. (2002). **Caracterização de processos erosivos como instrumento de apoio ao planejamento urbano de Manaus – AM**. (Dissertação de Mestrado). Manaus: UFAM. 128p.

THOMAS, M.F. (1994). Gully Erosion. **In:_____**. **Geomorphology in the tropics: a study of weathering and denudation in low latitudes**. Great Britain: John Wiley & Sons. p. 145-154

TOLEDO, G.L. e OVALLE, I.I. (1991). Correlação e Regressão. **In:_____**. **Estatística Básica**. 2ª Edição. São Paulo: Atlas. p. 412-457

VALENTIN, C.; POESEN, J.; YONG LI. (2005). Gully erosion: impacts, factors and control. **In: Catena**. N°. 63. p. 132-153

VERTANATTI, E. e BARANCOSKI, R.E.P. (1987). A ocorrência de voçorocas em dois aeroportos da Amazônia. **In: 4º Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. (Anais). São Paulo: ABGE / DAEE. p. 379-405

VIEIRA, N.M. (1978). **Estudo geomorfológico das boçorocas de Franca – SP.** (Tese de Doutorado). Franca: Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. 226 p.

VIEIRA, Lúcio S. & SANTOS, Paulo C.T.C. dos (1987). **Amazônia: seus solos e outros recursos naturais.** São Paulo: Agronômica Ceres. 416 p.

VIEIRA, A.F.G. (1996). **Medidas de contenção de voçorocas do sítio urbano de Manaus.** (Monografia – Bacharelado em Geografia). Manaus: DEGEO/UFAM. 52 p.

_____. (1998). **Erosão por voçorocas em áreas urbanas: o caso de Manaus (AM).** (Dissertação de Mestrado). Florianópolis: DPGG/UFSC. 181 p.

_____. (1999). Definição, classificação e formas de voçorocas. **In: Revista de Geografia da Universidade do Amazonas.** Manaus: EDUA. p. 27-42

_____. (2002). O cadastramento como forma de identificação, monitoramento e evolução de voçorocas. **In: IV Simpósio Nacional de Geomorfologia.**(Anais). São Luis: Editora da UFMA. p. 106-107

VIEIRA, A.F.G. e LIMA, N.P.S.de. (1995). **Mapeamento e Estudo das Voçorocas do Sítio Urbano de Manaus.** (Relatório Final de Pesquisa de Iniciação Científica). Manaus: DEGEO/UFAM. 133 p.

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

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

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

VIEIRA, A.F.G.; MOLINARI, D.C. (2005). Degradação ambiental no Distrito Industrial de Manaus - AM. (Anais – Cd room). **In: VI Simpósio Nacional e Congresso Latino Americano sobre recuperação de áreas degradadas.** Curitiba: UFPR. 14 p.

ANEXO 1

Modelo de ficha cadastral

VOÇOROCAS NA ÁREA URBANA DE MANAUS							
FICHA DE CADASTRAMENTO							
DATA DO 1º CADASTRAMENTO: / /					FICHA Nº		
1. LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA VOÇOROCA: ACESSO:							
BAIRRO:			ZONA:				
2. COORDENADAS: GPS.:							
3. DADOS DA VOÇOROCA							
DATAS DOS MONITORAMENTOS		1º cad.	2º cad.	3º cad.	4º cad.	5º cad.	6º cad.
COMPRIMENTO (m):							
LARGURA (m):							
PROFUNDIDADE (m):							
ÁREA: m ²		VOLUME: m ³		DIREÇÃO:			
TIPO:		FORMA:		TAMANHO:			
4. GEOLOGIA:							
5. GEOMORFOLOGIA							
() PLATÔ		() BAIXIO		() ENCOSTA			
DECLIVIDADE: °							
CARACTERÍSTICAS DA ENCOSTA							
() ENCOSTA SUPERIOR		() ENCOSTA MEDIANA		() ENCOSTA INFERIOR			
FORMA:		COMPRIMENTO:		DECLIVIDADE: °			
6. SOLO:							
() INALTERADO		() ALTERADO		() COMPACTADO		() CROSTAS	
() LATOSSOLO		() ESPODOSSOLO		() ARGISSOLO			
() _____							
7. HISTÓRICO DA OCORRÊNCIA							
8. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A MONTANTE							
Área de contribuição:							
9. USO E OCUPAÇÃO DA ÁREA A JUSANTE							
10. DANOS MATERIAIS							
				R\$		Data: / /	

11. DANOS AMBIENTAIS

12. MEDIDA DE CONTENÇÃO ADOTADA

R\$

Data: / /

13. PREVISÃO DE EVOLUÇÃO

14. OBSERVAÇÕES GERAIS

ANEXO 2

Valor do m² estipulado pela PMM (2006)

VALORES BÁSICOS DOS BAIRROS - EM R\$
PÓLOS DE VALORIZAÇÃO (VALOR MÁXIMO DO CUSTO UNITÁRIO BÁSICO)
VALIDADE DE 01 DE JANEIRO A 30 DE JUNHO DE 2006

Mapa	Bairro	Valores	Mapa	Bairro	Valores
1	Centro	201,72	29	São Lázaro	62,03
2	N. S. Aparecida	78,07	30	Crespo	84,87
3	Pres. Vargas	74,36	31	Vila Buriti	55,83
4	Praça 14	225,49	32	Distrito Industrial	68,55
5	Cachoeirinha	225,49	33	Mauzinho	8,93
6	São Raimundo	73,66	34	Col. Antonio Aleixo	4,83
7	Glória	73,66	35	Puraquequara	3,20
8	Sto. Antonio	57,47	36	D. Pedro I	92,30
9	Vila da Prata	68,45	37	Flores (*3)	20,34
10	Compensa	52,46	37	Flores (*4)	138,10
11	São Jorge	79,42	38	Parque Dez (*1)	72,14
12	Santo Agostinho	31,95	38	Parque Dez (*2)	138,10
13	Nova Esperança	60,95	39	Aleixo	136,63
14	Lírio do Vale	60,95	40	Adrianópolis	148,84
15	Planalto	68,01	41	N.S. das Graças	197,28
16	Alvorada	79,73	42	São Geraldo	197,28
17	Redenção	29,31	43	Chapada	138,10
18	Bairro da Paz	32,26	44	Col. Sto. Antonio	21,46
19	Raiz	40,87	45	Novo Israel	13,52
20	São Francisco	73,58	46	Col. Terra Nova	15,65
21	Petrópolis	61,30	47	Santa Etelvina	8,53
22	Japiim	110,05	48	Monte das Oliveiras	15,71
23	Coroado	49,63	49	Cidade Nova	32,65
24	Educandos	59,66	50	Ponta Negra	100,44
25	Santa Luzia	59,66	51	Tarumã	8,45
26	M. da Liberdade	59,66	52	Armando Mendes	27,30
27	Betânia	61,90	53	Zumbi	22,84
28	Col. Oliv. Machado	64,10	54	São José	39,75
			55	Tancredo Neves	19,85
			56	Jorge Teixeira	19,85
				Av. Djalma Batista	324,33
				Av. do Turismo	38,89

Parque Dez (*1) - Valor Referente as outras áreas não incluídas em (*2)
(*2) - Valor Referente as áreas no entorno da Av. Djalma Batista e Rua Recife

Flores (*3) - Valor referente as outras áreas não incluídas em (*4)
(*4) - Valor referente às áreas no entorno da Av. Constantino Nery, Estrada Torquato Tapajós, Av. Djalma Batista e Rua Recife.

Alteração de Valores

Os valores poderão sofrer alteração em função de pesquisa de mercado específica para avaliação de um lote urbano ou gleba urbanizável, realizada no período indicado.

ANEXO 3

Custo médio de um sistema de drenagem

ANEXO 4

Dados das voçorocas para toda a cidade

VOÇOROCAS DE MANAUS

ORD.	NUM.	VOÇOROCA	COMP.	LARG.	AREA	PROF.	VOLUME	VALOR m2	DANOS ÁREA	ÁREA ABRANGÊNCIA	DANOS ÁREA DE ABRANGÊNCIA	VALOR CONTENÇÃO
1	1	Canaranas 1	104,9	18,6	1951,1	5,5	10731,3	32,65	63704,72	7804,6	254818,88	117068,40
2	2	Canaranas 2	28,0	29,2	817,6	4,2	3433,9	32,65	26694,64	3270,4	106778,56	49056,00
3	3	Canaranas 3	14,0	4,0	56,0	3,0	168,0	32,65	1828,40	224,0	7313,60	3360,00
4	4	Canaranas 4	72,0	21,0	1512,0	14,5	21924,0	32,65	49366,80	6048,0	197467,20	90720,00
5	5	CIRMMAN 1	24,0	6,6	158,4	11,0	1742,4	79,42	12580,13	633,6	50320,51	9504,00
6	6	CIRMMAN 2	112,5	2,4	270,0	1,7	459,0	79,42	21443,40	1080,0	85773,60	16200,00
7	7	CIRMMAN 3	79,0	8,5	671,5	2,8	1880,2	79,42	53330,53	2686,0	213322,12	40290,00
8	8	CIRMMAN 4	84,5	2,5	211,3	3,5	735,2	79,42	16777,48	845,0	67109,90	12675,00
9	9	CIRMMAN 5	208,8	4,5	939,6	1,8	1691,3	79,42	74623,03	3758,4	298492,13	56376,00
10	10	COBAL	52,0	30,0	1560,0	14,9	23244,0	55,83	87094,80	6240,0	348379,20	93600,00
11	11	Distrito 1	145,0	43,5	6307,5	14,2	89566,5	68,55	432379,13	25230,0	1729516,50	378450,00
12	12	Distrito 2	35,5	27,6	979,8	8,5	8328,3	68,55	67165,29	3919,2	268661,16	58788,00
13	13	Distrito 3	47,0	54,6	2566,2	30,8	79039,0	68,55	175913,01	10264,8	703652,04	153972,00
14	14	Distrito 4	37,0	25,5	943,5	23,0	21700,5	68,55	64676,93	3774,0	258707,70	56610,00
15	15	Distrito 5	47,0	26,5	1245,5	25,1	31299,4	68,55	85379,03	4982,0	341516,10	74730,00
16	16	Distrito 6	74,0	43,9	3245,6	22,5	73026,9	68,55	222488,62	12982,6	889954,49	194738,40
17	17	Distrito 7	26,5	27,0	715,5	15,0	10732,5	68,55	49047,53	2862,0	196190,10	42930,00
18	18	Distrito 8	59,0	4,5	265,5	4,6	1221,3	68,55	18200,03	1062,0	72800,10	15930,00
19	19	Distrito 9	100,0	17,5	1750,0	9,8	17150,0	68,55	119962,50	7000,0	479850,00	105000,00
20	20	Distrito 10	77,0	12,7	977,9	8,4	8165,5	68,55	67035,05	3911,6	268140,18	58674,00
21	21	Distrito 11	37,0	27,3	1010,1	15,0	15151,5	68,55	69242,36	4040,4	276969,42	60606,00
22	22	Distrito 12	15,0	6,1	91,5	6,3	576,5	68,55	6272,33	366,0	25089,30	5490,00
23	23	Distrito 13	71,0	9,7	688,7	6,7	4614,3	68,55	47210,39	2754,8	188841,54	41322,00
24	24	Distrito 14	75,5	104,0	7852,0	9,8	77106,6	68,55	538254,60	31408,0	2153018,40	471120,00
25	25	Distrito 15	24,0	34,5	828,0	4,4	3643,2	68,55	56759,40	3312,0	227037,60	49680,00
26	26	Distrito 16	56,5	5,9	333,4	5,6	1866,8	68,55	22851,14	1333,4	91404,57	20001,00
27	27	Distrito 17	28,0	7,5	210,0	8,3	1732,5	68,55	14395,50	840,0	57582,00	12600,00
28	28	Distrito 18	41,9	24,0	1004,6	7,0	7032,5	68,55	68868,07	4018,6	275472,29	60278,40
29	29	Distrito 19	27,0	13,7	369,9	4,9	1812,5	68,55	25356,65	1479,6	101426,58	22194,00
30	30	Distrito 20	80,0	48,0	3840,0	13,2	50688,0	68,55	263232,00	15360,0	1052928,00	230400,00
31	31	Distrito 21	41,1	13,0	534,3	5,1	2741,0	68,55	36626,27	2137,2	146505,06	32058,00
32	32	Distrito 22	36,0	7,4	267,1	9,2	2444,1	68,55	18311,08	1068,5	73244,30	16027,20
33	33	Distrito 23	40,0	20,0	800,0	11,0	8800,0	68,55	54840,00	3200,0	219360,00	48000,00
34	34	Distrito 24	200,0	5,0	1000,0	4,3	4300,0	68,55	68550,00	4000,0	274200,00	60000,00
35	35	Distrito 25	44,0	19,0	836,0	7,4	6186,4	68,55	57307,80	3344,0	229231,20	50160,00

36	36	Distrito 26	52,0	19,0	988,0	14,7	14523,6	68,55	67727,40	3952,0	270909,60	59280,00
37	37	Distrito 27	100,0	50,0	5000,0	21,0	105000,0	68,55	342750,00	20000,0	1371000,00	300000,00
38	38	G.Vitória 1	70,0	30,0	2100,0	17,0	35700,0	39,75	83475,00	8400,0	333900,00	126000,00
39	39	G.Vitória 2	70,0	20,0	1400,0	13,0	18200,0	39,75	55650,00	5600,0	222600,00	84000,00
40	40	G.Vitória 3	60,0	18,0	1080,0	15,5	16740,0	39,75	42930,00	4320,0	171720,00	64800,00
41	41	G.Vitória 4	60,0	16,0	960,0	10,0	9600,0	39,75	38160,00	3840,0	152640,00	57600,00
42	42	J.Paulo 1-1	50,0	50,0	2500,0	16,0	40000,0	19,85	49625,00	10000,0	198500,00	150000,00
43	43	J.Paulo 2-1	43,0	28,0	1204,0	15,8	19023,2	19,85	23899,40	4816,0	95597,60	72240,00
44	44	J.Paulo 2-2	70,0	50,0	3500,0	24,5	85750,0	19,85	69475,00	14000,0	277900,00	210000,00
45	45	J.Paulo 2-3	65,0	21,5	1397,5	14,0	19565,0	19,85	27740,38	5590,0	110961,50	83850,00
46	46	J.Paulo 2-4	60,0	40,0	2400,0	15,5	37200,0	19,85	47640,00	9600,0	190560,00	144000,00
47	47	J.Paulo 2-5	50,0	43,8	2190,0	6,5	14235,0	19,85	43471,50	8760,0	173886,00	131400,00
48	48	J.Teixeira 2-	100,0	70,0	7000,0	18,0	126000,0	19,85	138950,00	28000,0	555800,00	420000,00
49	49	J.Paulo II-1	41,3	6,3	260,2	2,7	702,5	32,65	8495,20	1040,8	33980,81	15611,40
50	50	J.Paulo II-2	154,6	5,0	772,9	2,8	2125,5	32,65	25235,19	3091,6	100940,74	46374,00
51	51	N.Conquista	60,0	43,2	2592,0	12,5	32400,0	19,85	51451,20	10368,0	205804,80	155520,00
52	52	N.Floresta 1	65,0	19,0	1235,0	14,0	17290,0	19,85	24514,75	4940,0	98059,00	74100,00
53	53	Siderama 1	27,5	38,5	1058,8	17,0	17998,8	55,83	59110,01	4235,0	236440,05	63525,00
54	54	Siderama 2	76,0	66,0	5016,0	18,7	93799,2	55,83	280043,28	20064,0	1120173,12	300960,00
55	55	Siderama 3	40,0	57,0	2280,0	12,0	27360,0	55,83	127292,40	9120,0	509169,60	136800,00
56	56	Sta.Inês 1	48,0	34,5	1656,0	18,0	29808,0	19,85	32871,60	6624,0	131486,40	99360,00
57	57	Sta.Inês 2	48,0	25,0	1200,0	18,0	21600,0	19,85	23820,00	4800,0	95280,00	72000,00
58	58	Sta.Inês 3	80,0	26,0	2080,0	19,0	39520,0	19,85	41288,00	8320,0	165152,00	124800,00
59	59	Sta.Inês 4	50,0	15,0	750,0	18,0	13500,0	19,85	14887,50	3000,0	59550,00	45000,00
60	60	Tarumã 1	100,0	40,0	4000,0	12,6	50400,0	8,45	33800,00	16000,0	135200,00	240000,00
61	61	Tarumã 2	25,8	8,0	206,4	5,0	1032,0	8,45	1744,08	825,6	6976,32	12384,00
62	62	Tarumã 3	15,0	21,0	315,0	5,8	1827,0	8,45	2661,75	1260,0	10647,00	18900,00
63	63	Tarumã 4	24,0	6,0	144,0	8,0	1152,0	8,45	1216,80	576,0	4867,20	8640,00
64	64	Tarumã 5	95,0	8,0	760,0	1,9	1406,0	8,45	6422,00	3040,0	25688,00	45600,00
65	65	Tarumã 6	44,0	6,5	286,0	3,0	858,0	8,45	2416,70	1144,0	9666,80	17160,00
66	66	Tarumã 7	38,0	4,3	161,5	5,7	920,6	8,45	1364,68	646,0	5458,70	9690,00
67	67	Tarumã 8	12,5	15,9	198,8	5,1	1013,6	8,45	1679,44	795,0	6717,75	11925,00
68	68	Tarumã 9	15,0	17,0	255,0	5,0	1275,0	8,45	2154,75	1020,0	8619,00	15300,00
69	69	Torquato 1	8,4	7,5	62,6	2,9	181,6	8,45	529,18	250,5	2116,73	3757,50
70	70	Torquato 2	14,2	5,2	73,1	3,5	256,0	8,45	617,95	292,5	2471,79	4387,80
71	71	Mauzinho 1	80,0	65,0	5200,0	20,0	104000,0	8,93	46436,00	20800,0	185744,00	312000,00
72	72	Mauzinho 2	65,0	32,0	2080,0	13,0	27040,0	8,93	18574,40	8320,0	74297,60	124800,00
73	73	Distrito 28	70,0	26,5	1855,0	28,8	53424,0	68,55	127160,25	7420,0	508641,00	111300,00

74	74	Distrito 29	40,5	19,7	797,9	13,8	11010,3	68,55	54692,62	3191,4	218770,47	47871,00
75	75	Distrito 30	50,5	28,8	1454,4	14,7	21379,7	68,55	99699,12	5817,6	398796,48	87264,00
76	76	Distrito 31	90,0	14,7	1323,0	10,5	13891,5	68,55	90691,65	5292,0	362766,60	79380,00
77	77	Distrito 32	80,0	57,0	4560,0	17,0	77520,0	68,55	312588,00	18240,0	1250352,00	273600,00
78	78	Distrito 33	50,0	34,2	1710,0	12,0	20520,0	68,55	117220,50	6840,0	468882,00	102600,00
79	79	Distrito 34	55,0	25,0	1375,0	28,0	38500,0	68,55	94256,25	5500,0	377025,00	82500,00
80	80	Distrito 35	70,0	24,4	1708,0	20,0	34160,0	68,55	117083,40	6832,0	468333,60	102480,00
81	81	Distrito 36	43,0	12,0	516,0	12,0	6192,0	68,55	35371,80	2064,0	141487,20	30960,00
82	82	Distrito 37	70,0	74,0	5180,0	13,4	69412,0	68,55	355089,00	20720,0	1420356,00	310800,00
83	83	Distrito 38	80,0	45,0	3600,0	28,5	102600,0	68,55	246780,00	14400,0	987120,00	216000,00
84	84	Distrito 39	36,0	3,5	126,0	6,0	756,0	68,55	8637,30	504,0	34549,20	7560,00
85	85	C.Deus1	37,0	19,7	728,9	11,0	8017,9	32,65	23798,59	2915,6	95194,34	43734,00
86	86	C.Deus2	12,0	5,0	60,0	3,0	180,0	32,65	1959,00	240,0	7836,00	3600,00
87	87	M.Teixeira1	24,9	13,0	323,7	1,4	462,9	21,46	6946,60	1294,8	27786,41	19422,00
88	88	M.Teixeira2	12,4	10,3	127,1	1,5	190,7	21,46	2727,57	508,4	10910,26	7626,00
89	89	M.Teixeira3	9,7	5,5	53,4	2,2	117,4	21,46	1144,89	213,4	4579,56	3201,00
90	90	M.Teixeira4	21,0	13,5	283,5	5,5	1559,3	21,46	6083,91	1134,0	24335,64	17010,00
91	91	M.Teixeira5	8,8	3,8	33,3	1,9	63,2	21,46	713,55	133,0	2854,18	1995,00
			Total		136987,9	x	2083894,1	Total	6600533,10	547951,7	26402132,39	8219276,10

VOÇOROCAS DE MANAUS - PLATÔ 1o BIS (Amv)

ORD.	NUM.	VOÇOROCA	COMP.	LARG.	AREA	PROF.	VOLUME	VALOR m2	DANOS ÁREA	ÁREA ABRANGÊNCIA	DANOS ÁREA DE ABRANGÊNCIA	VALOR CONTENÇÃO		
5	5	CIRMMAN 1	24,0	6,6	158,4	11,0	1742,4	79,42	12580,13	633,6	50320,51	9504,00		
6	6	CIRMMAN 2	112,5	2,4	270,0	1,7	459,0	79,42	21443,40	1080,0	85773,60	16200,00		
7	7	CIRMMAN 3	79,0	8,5	671,5	2,8	1880,2	79,42	53330,53	2686,0	213322,12	40290,00		
8	8	CIRMMAN 4	84,5	2,5	211,3	3,5	735,2	79,42	16777,48	845,0	67109,90	12675,00		
9	9	CIRMMAN 5	208,8	4,5	939,6	1,8	1691,3	79,42	74623,03	3758,4	298492,13	56376,00		
					Média									
							2250,8	x	6508,0	x	178754,57	9003,0	715018,26	135045,00

VOÇOROCAS DE MANAUS - PLATÔ NORTE

ORD.	NUM.	VOÇOROCA	COMP.	LARG.	AREA	PROF.	VOLUME	VALOR m2	DANOS ÁREA	ÁREA ABRANGÊNCIA	DANOS ÁREA DE ABRANGÊNCIA	VALOR CONTENÇÃO		
1	1	Canaranas 1	104,9	18,6	1951,1	5,5	10731,3	32,65	63704,72	7804,6	254818,88	117068,40		
2	2	Canaranas 2	28,0	29,2	817,6	4,2	3433,9	32,65	26694,64	3270,4	106778,56	49056,00		
3	3	Canaranas 3	14,0	4,0	56,0	3,0	168,0	32,65	1828,40	224,0	7313,60	3360,00		
4	4	Canaranas 4	72,0	21,0	1512,0	14,5	21924,0	32,65	49366,80	6048,0	197467,20	90720,00		
49	49	J.Paulo II-1	41,3	6,3	260,2	2,7	702,5	32,65	8495,20	1040,8	33980,81	15611,40		
50	50	J.Paulo II-2	154,6	5,0	772,9	2,8	2125,5	32,65	25235,19	3091,6	100940,74	46374,00		
60	60	Tarumã 1	100,0	40,0	4000,0	12,6	50400,0	8,45	33800,00	16000,0	135200,00	240000,00		
61	61	Tarumã 2	25,8	8,0	206,4	5,0	1032,0	8,45	1744,08	825,6	6976,32	12384,00		
62	62	Tarumã 3	15,0	21,0	315,0	5,8	1827,0	8,45	2661,75	1260,0	10647,00	18900,00		
63	63	Tarumã 4	24,0	6,0	144,0	8,0	1152,0	8,45	1216,80	576,0	4867,20	8640,00		
64	64	Tarumã 5	95,0	8,0	760,0	1,9	1406,0	8,45	6422,00	3040,0	25688,00	45600,00		
65	65	Tarumã 6	44,0	6,5	286,0	3,0	858,0	8,45	2416,70	1144,0	9666,80	17160,00		
66	66	Tarumã 7	38,0	4,3	161,5	5,7	920,6	8,45	1364,68	646,0	5458,70	9690,00		
67	67	Tarumã 8	12,5	15,9	198,8	5,1	1013,6	8,45	1679,44	795,0	6717,75	11925,00		
68	68	Tarumã 9	15,0	17,0	255,0	5,0	1275,0	8,45	2154,75	1020,0	8619,00	15300,00		
69	69	Torquato 1	8,4	7,5	62,6	2,9	181,6	8,45	529,18	250,5	2116,73	3757,50		
70	70	Torquato 2	14,2	5,2	73,1	3,5	256,0	8,45	617,95	292,5	2471,79	4387,80		
85	85	C.Deus1	37,0	19,7	728,9	11,0	8017,9	32,65	23798,59	2915,6	95194,34	43734,00		
86	86	C.Deus2	12,0	5,0	60,0	3,0	180,0	32,65	1959,00	240,0	7836,00	3600,00		
87	87	M.Teixeira1	24,9	13,0	323,7	1,4	462,9	21,46	6946,60	1294,8	27786,41	19422,00		
88	88	M.Teixeira2	12,4	10,3	127,1	1,5	190,7	21,46	2727,57	508,4	10910,26	7626,00		
89	89	M.Teixeira3	9,7	5,5	53,4	2,2	117,4	21,46	1144,89	213,4	4579,56	3201,00		
90	90	M.Teixeira4	21,0	13,5	283,5	5,5	1559,3	21,46	6083,91	1134,0	24335,64	17010,00		
91	91	M.Teixeira5	8,8	3,8	33,3	1,9	63,2	21,46	713,55	133,0	2854,18	1995,00		
					Total									
							13442,0	x	109998,2	Total	273306,37	53768,1	1093225,48	806522,10

VOÇOROCAS DE MANAUS - PLATÔ LESTE

ORD.	NUM.	VOÇOROCA	COMP.	LARG.	AREA	PROF.	VOLUME	VALOR m2	DANOS ÁREA	ÁREA ABRANGÊNCIA	DANOS ÁREA DE ABRANGÊNCIA	VALOR CONTENÇÃO
10	10	COBAL	52,0	30,0	1560,0	14,9	23244,0	55,83	87094,80	6240,0	348379,20	93600,00
11	11	Distrito 1	145,0	43,5	6307,5	14,2	89566,5	68,55	432379,13	25230,0	1729516,50	378450,00
12	12	Distrito 2	35,5	27,6	979,8	8,5	8328,3	68,55	67165,29	3919,2	268661,16	58788,00
13	13	Distrito 3	47,0	54,6	2566,2	30,8	79039,0	68,55	175913,01	10264,8	703652,04	153972,00
14	14	Distrito 4	37,0	25,5	943,5	23,0	21700,5	68,55	64676,93	3774,0	258707,70	56610,00
15	15	Distrito 5	47,0	26,5	1245,5	25,1	31299,4	68,55	85379,03	4982,0	341516,10	74730,00
16	16	Distrito 6	74,0	43,9	3245,6	22,5	73026,9	68,55	222488,62	12982,6	889954,49	194738,40
17	17	Distrito 7	26,5	27,0	715,5	15,0	10732,5	68,55	49047,53	2862,0	196190,10	42930,00
18	18	Distrito 8	59,0	4,5	265,5	4,6	1221,3	68,55	18200,03	1062,0	72800,10	15930,00
19	19	Distrito 9	100,0	17,5	1750,0	9,8	17150,0	68,55	119962,50	7000,0	479850,00	105000,00
20	20	Distrito 10	77,0	12,7	977,9	8,4	8165,5	68,55	67035,05	3911,6	268140,18	58674,00
21	21	Distrito 11	37,0	27,3	1010,1	15,0	15151,5	68,55	69242,36	4040,4	276969,42	60606,00
22	22	Distrito 12	15,0	6,1	91,5	6,3	576,5	68,55	6272,33	366,0	25089,30	5490,00
23	23	Distrito 13	71,0	9,7	688,7	6,7	4614,3	68,55	47210,39	2754,8	188841,54	41322,00
24	24	Distrito 14	75,5	104,0	7852,0	9,8	77106,6	68,55	538254,60	31408,0	2153018,40	471120,00
25	25	Distrito 15	24,0	34,5	828,0	4,4	3643,2	68,55	56759,40	3312,0	227037,60	49680,00
26	26	Distrito 16	56,5	5,9	333,4	5,6	1866,8	68,55	22851,14	1333,4	91404,57	20001,00
27	27	Distrito 17	28,0	7,5	210,0	8,3	1732,5	68,55	14395,50	840,0	57582,00	12600,00
28	28	Distrito 18	41,9	24,0	1004,6	7,0	7032,5	68,55	68868,07	4018,6	275472,29	60278,40
29	29	Distrito 19	27,0	13,7	369,9	4,9	1812,5	68,55	25356,65	1479,6	101426,58	22194,00
30	30	Distrito 20	80,0	48,0	3840,0	13,2	50688,0	68,55	263232,00	15360,0	1052928,00	230400,00
31	31	Distrito 21	41,1	13,0	534,3	5,1	2741,0	68,55	36626,27	2137,2	146505,06	32058,00
32	32	Distrito 22	36,0	7,4	267,1	9,2	2444,1	68,55	18311,08	1068,5	73244,30	16027,20
33	33	Distrito 23	40,0	20,0	800,0	11,0	8800,0	68,55	54840,00	3200,0	219360,00	48000,00
34	34	Distrito 24	200,0	5,0	1000,0	4,3	4300,0	68,55	68550,00	4000,0	274200,00	60000,00
35	35	Distrito 25	44,0	19,0	836,0	7,4	6186,4	68,55	57307,80	3344,0	229231,20	50160,00
36	36	Distrito 26	52,0	19,0	988,0	14,7	14523,6	68,55	67727,40	3952,0	270909,60	59280,00
37	37	Distrito 27	100,0	50,0	5000,0	21,0	105000,0	68,55	342750,00	20000,0	1371000,00	300000,00
38	38	G.Vitória 1	70,0	30,0	2100,0	17,0	35700,0	39,75	83475,00	8400,0	333900,00	126000,00
39	39	G.Vitória 2	70,0	20,0	1400,0	13,0	18200,0	39,75	55650,00	5600,0	222600,00	84000,00
40	40	G.Vitória 3	60,0	18,0	1080,0	15,5	16740,0	39,75	42930,00	4320,0	171720,00	64800,00
41	41	G.Vitória 4	60,0	16,0	960,0	10,0	9600,0	39,75	38160,00	3840,0	152640,00	57600,00
42	42	J.Paulo 1-1	50,0	50,0	2500,0	16,0	40000,0	19,85	49625,00	10000,0	198500,00	150000,00
43	43	J.Paulo 2-1	43,0	28,0	1204,0	15,8	19023,2	19,85	23899,40	4816,0	95597,60	72240,00
44	44	J.Paulo 2-2	70,0	50,0	3500,0	24,5	85750,0	19,85	69475,00	14000,0	277900,00	210000,00

45	45	J.Paulo 2-3	65,0	21,5	1397,5	14,0	19565,0	19,85	27740,38	5590,0	110961,50	83850,00
46	46	J.Paulo 2-4	60,0	40,0	2400,0	15,5	37200,0	19,85	47640,00	9600,0	190560,00	144000,00
47	47	J.Paulo 2-5	50,0	43,8	2190,0	6,5	14235,0	19,85	43471,50	8760,0	173886,00	131400,00
48	48	J.Teixeira 2-	100,0	70,0	7000,0	18,0	126000,0	19,85	138950,00	28000,0	555800,00	420000,00
51	51	N.Conquista	60,0	43,2	2592,0	12,5	32400,0	19,85	51451,20	10368,0	205804,80	155520,00
52	52	N.Floresta 1	65,0	19,0	1235,0	14,0	17290,0	19,85	24514,75	4940,0	98059,00	74100,00
53	53	Siderama 1	27,5	38,5	1058,8	17,0	17998,8	55,83	59110,01	4235,0	236440,05	63525,00
54	54	Siderama 2	76,0	66,0	5016,0	18,7	93799,2	55,83	280043,28	20064,0	1120173,12	300960,00
55	55	Siderama 3	40,0	57,0	2280,0	12,0	27360,0	55,83	127292,40	9120,0	509169,60	136800,00
56	56	Sta.Inês 1	48,0	34,5	1656,0	18,0	29808,0	19,85	32871,60	6624,0	131486,40	99360,00
57	57	Sta.Inês 2	48,0	25,0	1200,0	18,0	21600,0	19,85	23820,00	4800,0	95280,00	72000,00
58	58	Sta.Inês 3	80,0	26,0	2080,0	19,0	39520,0	19,85	41288,00	8320,0	165152,00	124800,00
59	59	Sta.Inês 4	50,0	15,0	750,0	18,0	13500,0	19,85	14887,50	3000,0	59550,00	45000,00
71	71	Mauazinho 1	80,0	65,0	5200,0	20,0	104000,0	8,93	46436,00	20800,0	185744,00	312000,00
72	72	Mauzinho 2	65,0	32,0	2080,0	13,0	27040,0	8,93	18574,40	8320,0	74297,60	124800,00
73	73	Distrito 28	70,0	26,5	1855,0	28,8	53424,0	68,55	127160,25	7420,0	508641,00	111300,00
74	74	Distrito 29	40,5	19,7	797,9	13,8	11010,3	68,55	54692,62	3191,4	218770,47	47871,00
75	75	Distrito 30	50,5	28,8	1454,4	14,7	21379,7	68,55	99699,12	5817,6	398796,48	87264,00
76	76	Distrito 31	90,0	14,7	1323,0	10,5	13891,5	68,55	90691,65	5292,0	362766,60	79380,00
77	77	Distrito 32	80,0	57,0	4560,0	17,0	77520,0	68,55	312588,00	18240,0	1250352,00	273600,00
78	78	Distrito 33	50,0	34,2	1710,0	12,0	20520,0	68,55	117220,50	6840,0	468882,00	102600,00
79	79	Distrito 34	55,0	25,0	1375,0	28,0	38500,0	68,55	94256,25	5500,0	377025,00	82500,00
80	80	Distrito 35	70,0	24,4	1708,0	20,0	34160,0	68,55	117083,40	6832,0	468333,60	102480,00
81	81	Distrito 36	43,0	12,0	516,0	12,0	6192,0	68,55	35371,80	2064,0	141487,20	30960,00
82	82	Distrito 37	70,0	74,0	5180,0	13,4	69412,0	68,55	355089,00	20720,0	1420356,00	310800,00
83	83	Distrito 38	80,0	45,0	3600,0	28,5	102600,0	68,55	246780,00	14400,0	987120,00	216000,00
84	84	Distrito 39	36,0	3,5	126,0	6,0	756,0	68,55	8637,30	504,0	34549,20	7560,00
			Total		121295,2	X	1967387,9	Total	6148472,16	485180,6	24593888,65	7277709,00

* Área de abrangência em m2.

ANEXO 5

Dados das voçorocas por zonas

VOÇOROCAS DE MANAUS / ZONA NORTE									
Ord.	Num	Voçoroca	Comp.	Larg.	Área	Prof.	Volume	Valor m2	Danos R\$
1	1	Canaranas 1	104,9	18,6	1951,1	5,5	10731,3	32,65	63704,72
2	2	Canaranas 2	28	29,2	817,6	4,2	3433,9	32,65	26694,64
3	3	Canaranas 3	14	4	56,0	3,0	168,0	32,65	1828,40
4	4	Canaranas 4	72	21	1512,0	14,5	21924,0	32,65	49366,80
5	49	J.Paulo II-1	41,3	6,3	260,2	2,7	702,5	32,65	8495,20
6	50	J.Paulo II-2	154,58	5	772,9	2,8	2125,5	32,65	25235,19
7	87	M.Teixeira1	24,9	13	323,7	1,4	462,9	21,46	6946,60
8	88	M.Teixeira2	12,4	10,25	127,1	1,5	190,7	21,46	2727,57
9	89	M.Teixeira3	9,7	5,5	53,4	2,2	117,4	21,46	1144,89
10	90	M.Teixeira4	21	13,5	283,5	5,5	1559,3	21,46	6083,91
11	91	M.Teixeira5	8,75	3,8	33,3	1,9	63,2	21,46	713,55
12	85	C.Deus1	37	19,7	728,9	11,0	8017,9	32,65	23798,59
13	86	C.Deus2	12	5	60,0	3,0	180,0	32,65	1959,00
					Total		Total		Total
					6979,6		49676,4		218699,05

VOÇOROCAS DE MANAUS / ZONA OESTE									
Ord.	Num	Voçoroca	Comp.	Larg.	Área	Prof.	Volume	Valor m2	Danos R\$
1	5	CIRMMAN 1	24,0	6,6	158,4	11,0	1742,4	79,42	12580,13
2	6	CIRMMAN 2	112,5	2,4	270,0	1,7	459,0	79,42	21443,40
3	7	CIRMMAN 3	79,0	8,5	671,5	2,8	1880,2	79,42	53330,53
4	8	CIRMMAN 4	84,5	2,5	211,3	3,5	735,2	79,42	16777,48
5	9	CIRMMAN 5	208,8	4,5	939,6	1,8	1691,3	79,42	74623,03
6	60	Tarumã 1	100,0	40,0	4000,0	12,6	50400,0	8,45	33800,00
7	61	Tarumã 2	25,8	8,0	206,4	5,0	1032,0	8,45	1744,08
8	62	Tarumã 3	15,0	21,0	315,0	5,8	1827,0	8,45	2661,75
9	63	Tarumã 4	24,0	6,0	144,0	8,0	1152,0	8,45	1216,80
10	64	Tarumã 5	95,0	8,0	760,0	1,9	1406,0	8,45	6422,00
11	65	Tarumã 6	44,0	6,5	286,0	3,0	858,0	8,45	2416,70
12	66	Tarumã 7	38,0	4,3	161,5	5,7	920,6	8,45	1364,68
13	67	Tarumã 8	12,5	15,9	198,8	5,1	1013,6	8,45	1679,44
14	68	Tarumã 9	15,0	17,0	255,0	5,0	1275,0	8,45	2154,75
15	69	Torquato 1	8,4	7,5	62,6	2,9	181,6	8,45	529,18
16	70	Torquato 2	14,2	5,2	73,1	3,5	256,0	8,45	617,95
					Total		Total		Total
					8713,2		66829,8		233361,89

VOÇOROCAS DE MANAUS / ZONA LESTE									
Ord.	Num	Voçoroca	Comp.	Larg.	Área	Prof.	Volume	Valor m2	Danos R\$
1	11	Distrito 1	145,0	43,5	6307,5	14,2	89566,5	68,55	432379,13
2	12	Distrito 2	35,5	27,6	979,8	8,5	8328,3	68,55	67165,29
3	13	Distrito 3	47,0	54,6	2566,2	30,8	79039,0	68,55	175913,01
4	14	Distrito 4	37,0	25,5	943,5	23,0	21700,5	68,55	64676,93
5	15	Distrito 5	47,0	26,5	1245,5	25,1	31299,4	68,55	85379,03
6	16	Distrito 6	74,0	43,9	3245,6	22,5	73026,9	68,55	222488,62
7	17	Distrito 7	26,5	27,0	715,5	15,0	10732,5	68,55	49047,53
8	18	Distrito 8	59,0	4,5	265,5	4,6	1221,3	68,55	18200,03
9	19	Distrito 9	100,0	17,5	1750,0	9,8	17150,0	68,55	119962,50
10	20	Distrito 10	77,0	12,7	977,9	8,4	8165,5	68,55	67035,05
11	21	Distrito 11	37,0	27,3	1010,1	15,0	15151,5	68,55	69242,36
12	22	Distrito 12	15,0	6,1	91,5	6,3	576,5	68,55	6272,33
13	23	Distrito 13	71,0	9,7	688,7	6,7	4614,3	68,55	47210,39
14	24	Distrito 14	75,5	104,0	7852,0	9,8	77106,6	68,55	538254,60
15	25	Distrito 15	24,0	34,5	828,0	4,4	3643,2	68,55	56759,40

16	26	Distrito 16	56,5	5,9	333,4	5,6	1866,8	68,55	22851,14
17	27	Distrito 17	28,0	7,5	210,0	8,3	1732,5	68,55	14395,50
18	28	Distrito 18	41,9	24,0	1004,6	7,0	7032,5	68,55	68868,07
19	29	Distrito 19	27,0	13,7	369,9	4,9	1812,5	68,55	25356,65
20	30	Distrito 20	80,0	48,0	3840,0	13,2	50688,0	68,55	263232,00
21	31	Distrito 21	41,1	13,0	534,3	5,1	2741,0	68,55	36626,27
22	32	Distrito 22	36,0	7,4	267,1	9,2	2444,1	68,55	18311,08
23	33	Distrito 23	40,0	20,0	800,0	11,0	8800,0	68,55	54840,00
24	34	Distrito 24	200,0	5,0	1000,0	4,3	4300,0	68,55	68550,00
25	35	Distrito 25	44,0	19,0	836,0	7,4	6186,4	68,55	57307,80
26	36	Distrito 26	52,0	19,0	988,0	14,7	14523,6	68,55	67727,40
27	37	Distrito 27	100,0	50,0	5000,0	21,0	105000,0	68,55	342750,00
28	38	G.Vitória 1	70,0	30,0	2100,0	17,0	35700,0	39,75	83475,00
29	39	G.Vitória 2	70,0	20,0	1400,0	13,0	18200,0	39,75	55650,00
30	40	G.Vitória 3	60,0	18,0	1080,0	15,5	16740,0	39,75	42930,00
31	41	G.Vitória 4	60,0	16,0	960,0	10,0	9600,0	39,75	38160,00
32	42	J.Paulo 1-1	50,0	50,0	2500,0	16,0	40000,0	19,85	49625,00
33	43	J.Paulo 2-1	43,0	28,0	1204,0	15,8	19023,2	19,85	23899,40
34	44	J.Paulo 2-2	70,0	50,0	3500,0	24,5	85750,0	19,85	69475,00
35	45	J.Paulo 2-3	65,0	21,5	1397,5	14,0	19565,0	19,85	27740,38
36	46	J.Paulo 2-4	60,0	40,0	2400,0	15,5	37200,0	19,85	47640,00
37	47	J.Paulo 2-5	50,0	43,8	2190,0	6,5	14235,0	19,85	43471,50
38	48	J.Teixeira 2-1	100,0	70,0	7000,0	18,0	126000,0	19,85	138950,00
39	51	N.Conquista 1	60,0	43,2	2592,0	12,5	32400,0	19,85	51451,20
40	52	N.Floresta 1	65,0	19,0	1235,0	14,0	17290,0	19,85	24514,75
41	56	Sta.Inês 1	48,0	34,5	1656,0	18,0	29808,0	19,85	32871,60
42	57	Sta.Inês 2	48,0	25,0	1200,0	18,0	21600,0	19,85	23820,00
43	58	Sta.Inês 3	80,0	26,0	2080,0	19,0	39520,0	19,85	41288,00
44	59	Sta.Inês 4	50,0	15,0	750,0	18,0	13500,0	19,85	14887,50
45	71	Mauazinho 1	80,0	65,0	5200,0	20,0	104000,0	8,93	46436,00
46	72	Mauzinho 2	65,0	32,0	2080,0	13,0	27040,0	8,93	18574,40
47	73	Distrito 28	70,0	26,5	1855,0	28,8	53424,0	68,55	127160,25
48	74	Distrito 29	40,5	19,7	797,9	13,8	11010,3	68,55	54692,62
49	75	Distrito 30	50,5	28,8	1454,4	14,7	21379,7	68,55	99699,12
50	76	Distrito 31	90,0	14,7	1323,0	10,5	13891,5	68,55	90691,65
51	77	Distrito 32	80,0	57,0	4560,0	17,0	77520,0	68,55	312588,00
52	78	Distrito 33	50,0	34,2	1710,0	12,0	20520,0	68,55	117220,50
53	79	Distrito 34	55,0	25,0	1375,0	28,0	38500,0	68,55	94256,25
54	80	Distrito 35	70,0	24,4	1708,0	20,0	34160,0	68,55	117083,40
55	81	Distrito 36	43,0	12,0	516,0	12,0	6192,0	68,55	35371,80
56	82	Distrito 37	70,0	74,0	5180,0	13,4	69412,0	68,55	355089,00
57	83	Distrito 38	80,0	45,0	3600,0	28,5	102600,0	68,55	246780,00
58	84	Distrito 39	36,0	3,5	126,0	6,0	756,0	68,55	8637,30
			Total		111380,4	Total	1804986,0	Total	5594931,67

VOÇOROCAS DE MANAUS / ZONA SUL									
Ord.	Num	Voçoroca	Comp.	Larg.	Área	Prof.	Volume	Valor m2	Danos R\$
1	10	COBAL	52,0	30,0	1560,0	14,9	23244,0	55,83	87094,80
2	53	Siderama 1	27,5	38,5	1058,8	17,0	17998,8	55,83	59110,01
3	54	Siderama 2	76,0	66,0	5016,0	18,7	93799,2	55,83	280043,28
4	55	Siderama 3	40,0	57,0	2280,0	12,0	27360,0	55,83	127292,40
			Total		9914,8	Total	162402,0	Total	553540,49

ANEXO 6

Dados das voçorocas por bairros

VOÇOROCAS DE MANAUS / BAIRRO DA CIDADE NOVA									
ORD.	NUM.	VOÇOROCA	COMP.	LARG.	AREA	PROF.	VOLUME	Valor m2	Danos R\$
1	1	Canaranas 1	104,9	18,6	1951,1	5,5	10731,3	32,65	63704,72
2	2	Canaranas 2	28,0	29,2	817,6	4,2	3433,9	32,65	26694,64
3	3	Canaranas 3	14,0	4,0	56,0	3,0	168,0	32,65	1828,40
4	4	Canaranas 4	72,0	21,0	1512,0	14,5	21924,0	32,65	49366,80
5	49	J.Paulo II-1	41,3	6,3	260,2	2,7	702,5	32,65	8495,20
6	50	J.Paulo II-2	154,6	5,0	772,9	2,8	2125,5	32,65	25235,19
7	85	C.Deus1	37,0	19,7	728,9	11,0	8017,9	32,65	23798,59
8	86	C.Deus2	12,0	5,0	60,0	3,0	180,0	32,65	1959,00
					Total	Total	Total	Total	Total
					6158,7	47283,1	201082,53		

VOÇOROCAS DE MANAUS / BAIRRO DE SÃO JORGE									
ORD.	NUM.	VOÇOROCA	COMP.	LARG.	AREA	PROF.	VOLUME	Valor m2	Danos R\$
1	5	CIRMMAN 1	24,0	6,6	158,4	11,0	1742,4	79,42	12580,13
2	6	CIRMMAN 2	112,5	2,4	270,0	1,7	459,0	79,42	21443,40
3	7	CIRMMAN 3	79,0	8,5	671,5	2,8	1880,2	79,42	53330,53
4	8	CIRMMAN 4	84,5	2,5	211,3	3,5	735,2	79,42	16777,48
5	9	CIRMMAN 5	208,8	4,5	939,6	1,8	1691,3	79,42	74623,03
					Total	Total	Total	Total	Total
					2250,8	6508,0	178754,57		

VOÇOROCAS DE MANAUS / BAIRRO DO TARUMÃ									
ORD.	NUM.	VOÇOROCA	COMP.	LARG.	AREA	PROF.	VOLUME	Valor m2	Danos R\$
1	60	Tarumã 1	100,0	40,0	4000,0	12,6	50400,0	8,45	33800,00
2	61	Tarumã 2	25,8	8,0	206,4	5,0	1032,0	8,45	1744,08
3	62	Tarumã 3	15,0	21,0	315,0	5,8	1827,0	8,45	2661,75
4	63	Tarumã 4	24,0	6,0	144,0	8,0	1152,0	8,45	1216,80
5	64	Tarumã 5	95,0	8,0	760,0	1,9	1406,0	8,45	6422,00
6	65	Tarumã 6	44,0	6,5	286,0	3,0	858,0	8,45	2416,70
7	66	Tarumã 7	38,0	4,3	161,5	5,7	920,6	8,45	1364,68
8	67	Tarumã 8	12,5	15,9	198,8	5,1	1013,6	8,45	1679,44
9	68	Tarumã 9	15,0	17,0	255,0	5,0	1275,0	8,45	2154,75
10	69	Torquato 1	8,4	7,5	62,6	2,9	181,6	8,45	529,18
11	70	Torquato 2	14,2	5,2	73,1	3,5	256,0	8,45	617,95
					Total	Total	Total	Total	Total
					6462,4	60321,7	54607,32		

VOÇOROCAS DE MANAUS / BAIRRO DO DISTRITO INDUSTRIAL									
ORD.	NUM.	VOÇOROCA	COMP.	LARG.	AREA	PROF.	VOLUME	Valor m2	Danos R\$
1	11	Distrito 1	145,0	43,5	6307,5	14,2	89566,5	68,55	432379,13
2	12	Distrito 2	35,5	27,6	979,8	8,5	8328,3	68,55	67165,29
3	13	Distrito 3	47,0	54,6	2566,2	30,8	79039,0	68,55	175913,01
4	14	Distrito 4	37,0	25,5	943,5	23,0	21700,5	68,55	64676,93
5	15	Distrito 5	47,0	26,5	1245,5	25,1	31299,4	68,55	85379,03
6	16	Distrito 6	74,0	43,9	3245,6	22,5	73026,9	68,55	222488,62
7	17	Distrito 7	26,5	27,0	715,5	15,0	10732,5	68,55	49047,53
8	18	Distrito 8	59,0	4,5	265,5	4,6	1221,3	68,55	18200,03
9	19	Distrito 9	100,0	17,5	1750,0	9,8	17150,0	68,55	119962,50
10	20	Distrito 10	77,0	12,7	977,9	8,4	8165,5	68,55	67035,05
11	21	Distrito 11	37,0	27,3	1010,1	15,0	15151,5	68,55	69242,36
12	22	Distrito 12	15,0	6,1	91,5	6,3	576,5	68,55	6272,33
13	23	Distrito 13	71,0	9,7	688,7	6,7	4614,3	68,55	47210,39
14	24	Distrito 14	75,5	104,0	7852,0	9,8	77106,6	68,55	538254,60
15	25	Distrito 15	24,0	34,5	828,0	4,4	3643,2	68,55	56759,40
16	26	Distrito 16	56,5	5,9	333,4	5,6	1866,8	68,55	22851,14
17	27	Distrito 17	28,0	7,5	210,0	8,3	1732,5	68,55	14395,50
18	28	Distrito 18	41,9	24,0	1004,6	7,0	7032,5	68,55	68868,07

19	29	Distrito 19	27,0	13,7	369,9	4,9	1812,5	68,55	25356,65
20	30	Distrito 20	80,0	48,0	3840,0	13,2	50688,0	68,55	263232,00
21	31	Distrito 21	41,1	13,0	534,3	5,1	2741,0	68,55	36626,27
22	32	Distrito 22	36,0	7,4	267,1	9,2	2444,1	68,55	18311,08
23	33	Distrito 23	40,0	20,0	800,0	11,0	8800,0	68,55	54840,00
24	34	Distrito 24	200,0	5,0	1000,0	4,3	4300,0	68,55	68550,00
25	35	Distrito 25	44,0	19,0	836,0	7,4	6186,4	68,55	57307,80
26	36	Distrito 26	52,0	19,0	988,0	14,7	14523,6	68,55	67727,40
27	37	Distrito 27	100,0	50,0	5000,0	21,0	105000,0	68,55	342750,00
28	73	Distrito 28	70,0	26,5	1855,0	28,8	53424,0	68,55	127160,25
29	74	Distrito 29	40,5	19,7	797,9	13,8	11010,3	68,55	54692,62
30	75	Distrito 30	50,5	28,8	1454,4	14,7	21379,7	68,55	99699,12
31	76	Distrito 31	90,0	14,7	1323,0	10,5	13891,5	68,55	90691,65
32	77	Distrito 32	80,0	57,0	4560,0	17,0	77520,0	68,55	312588,00
33	78	Distrito 33	50,0	34,2	1710,0	12,0	20520,0	68,55	117220,50
34	79	Distrito 34	55,0	25,0	1375,0	28,0	38500,0	68,55	94256,25
35	80	Distrito 35	70,0	24,4	1708,0	20,0	34160,0	68,55	117083,40
36	81	Distrito 36	43,0	12,0	516,0	12,0	6192,0	68,55	35371,80
37	82	Distrito 37	70,0	74,0	5180,0	13,4	69412,0	68,55	355089,00
38	83	Distrito 38	80,0	45,0	3600,0	28,5	102600,0	68,55	246780,00
39	84	Distrito 39	36,0	3,5	126,0	6,0	756,0	68,55	8637,30
			Total		68855,9	Total	1097814,8	Total	4720071,95

VOÇOROCAS DE MANAUS / BAIRRO VILA BURITI

ORD	NUM	VOÇOROCA	COMP.	LARG.	AREA	PROF.	VOLUME	Valor m2	Danos R\$
1	10	COBAL	52,0	30,0	1560,0	14,9	23244,0	55,83	87094,80
2	53	Siderama 1	27,5	38,5	1058,8	17,0	17998,8	55,83	59110,01
3	54	Siderama 2	76,0	66,0	5016,0	18,7	93799,2	55,83	280043,28
4	55	Siderama 3	40,0	57,0	2280,0	12,0	27360,0	55,83	127292,40
			Total		9914,8	Total	162402,0	Total	553540,49

VOÇOROCAS DE MANAUS / BAIRRO DE MAUAZINHO

ORD	NUM	VOÇOROCA	COMP.	LARG.	AREA	PROF.	VOLUME	Valor m2	Danos R\$
1	71	Mauazinho 1	80,0	65,0	5200,0	20,0	104000,0	8,93	46436,00
2	72	Mauazinho 2	65,0	32,0	2080,0	13,0	27040,0	8,93	18574,40
			Total		7280,0	Total	131040,0	Total	65010,40

VOÇOROCAS DE MANAUS / BAIRRO DE SÃO JOSÉ

ORD	NUM	VOÇOROCA	COMP.	LARG.	AREA	PROF.	VOLUME	Valor m2	Danos R\$
1	38	G.Vitória 1	70,0	30,0	2100,0	17,0	35700,0	39,75	83475,00
2	39	G.Vitória 2	70,0	20,0	1400,0	13,0	18200,0	39,75	55650,00
3	40	G.Vitória 3	60,0	18,0	1080,0	15,5	16740,0	39,75	42930,00
4	41	G.Vitória 4	60,0	16,0	960,0	10,0	9600,0	39,75	38160,00
			Total		5540,0	Total	80240,0	Total	220215,00

VOÇOROCAS DE MANAUS / BAIRRO DE JORGE TEIXEIRA

ORD	NUM	VOÇOROCA	COMP.	LARG.	AREA	PROF.	VOLUME	Valor m2	Danos R\$	
1	42	J.Paulo 1-1	50,0	50,0	2500,0	16,0	40000,0	19,85	49625,00	
2	43	J.Paulo 2-1	43,0	28,0	1204,0	15,8	19023,2	19,85	23899,40	
3	44	J.Paulo 2-2	70,0	50,0	3500,0	24,5	85750,0	19,85	69475,00	
4	45	J.Paulo 2-3	65,0	21,5	1397,5	14,0	19565,0	19,85	27740,38	
5	46	J.Paulo 2-4	60,0	40,0	2400,0	15,5	37200,0	19,85	47640,00	
6	47	J.Paulo 2-5	50,0	43,8	2190,0	6,5	14235,0	19,85	43471,50	
7	48	J.Teixeira2-1	100,0	70,0	7000,0	18,0	126000,0	19,85	138950,00	
8	51	N.Conquista1	60,0	43,2	2592,0	12,5	32400,0	19,85	51451,20	
9	52	N.Floresta 1	65,0	19,0	1235,0	14,0	17290,0	19,85	24514,75	
10	56	Sta.Inês 1	48,0	34,5	1656,0	18,0	29808,0	19,85	32871,60	
11	57	Sta.Inês 2	48,0	25,0	1200,0	18,0	21600,0	19,85	23820,00	
12	58	Sta.Inês 3	80,0	26,0	2080,0	19,0	39520,0	19,85	41288,00	
13	59	Sta.Inês 4	50,0	15,0	750,0	18,0	13500,0	19,85	14887,50	
					Total	29704,5	Total	495891,2	Total	589634,33

VOÇOROCAS DE MANAUS / BAIRRO COLONIA SANTO ANTONIO

ORD	NUM	VOÇOROCA	COMP.	LARG.	AREA	PROF.	VOLUME	Valor m2	Danos R\$	
1	87	M.Teixeira1	24,9	13,0	323,7	1,4	462,9	21,46	6946,60	
2	88	M.Teixeira2	12,4	10,3	127,1	1,5	190,7	21,46	2727,57	
3	89	M.Teixeira3	9,7	5,5	53,4	2,2	117,4	21,46	1144,89	
4	90	M.Teixeira4	21,0	13,5	283,5	5,5	1559,3	21,46	6083,91	
5	91	M.Teixeira5	8,8	3,8	33,3	1,9	63,2	21,46	713,55	
					Total	820,9	Total	2393,3	Total	17616,51

ANEXO 7

Modificações ambientais e forma de ocupação

EXPOSIÇÃO DAS MODIFICAÇÕES AMBIENTAIS E FORMA DE OCUPAÇÃO

V O C	Vegetação	Danos Ambientais	Fatores contribuintes	Uso e ocupação a montante	Uso e ocupação a Jusante	Danos Materiais	Contenção
01	DESM.	A,S,As,L	Dr	M,U	M,U	A	S (INEF.)
02	DESM.	A,S,L	Dr	M,U	M	A	S (INEF.)
03	DESM.	A,S,As	Dr	M,U	M	A,M	S (INEF.)
04	Primária	A,S,As,L	Dr	M,U	V,C	A	N
05	DESM.	A,S	D,T	D,T, Plantio	Voc.6, C	A	S (EFIC.)
06	DESM.	A,S	D,T	D,T, Plantio	C	A	S (EFIC.)
07	DESM.	A,S	D,T	D,T, Plantio	C	A	S (EFIC.)
08	DESM.	A,S	D,T	D,T, Plantio	Voc.9, C	A	S (EFIC.)
09	DESM.	A,S,As	D,T	D,T, Plantio	C	A	S (EFIC.)
10	DESM.	A,S,As	Dr	U	C,Vê	A	N
11	DESM.	A,S,As	D,T	D,T	V,C	A	N
12	DESM.	A,S,As	D,T	D,T	V,C	A	N
13	DESM.	A,S,As	Dr	D,T	V,C	A	N
14	DESM.	A,S,As	Dr	D,T	V,C	A	N
15	DESM.	A,S,As	Dr	D,T	V,C	A	N
16	DESM.	A,S,As	Dr	D,T	V,C	A	N
17	DESM.	A,S,As	D,T,Dr	D,T	V,C	A	N
18	DESM.	A,S,As	Dr	D,T	V,C	A	N
19	DESM.	A,S,As	D,T	D,T	V,C	A	S (INEF.)
20	DESM.	A,S,As	Dr	D,T	V,C	A	N
21	DESM.	A,S	D,T	D,T	V,Vê	A	N
22	DESM.	A,S,As,L	D,T	M	V,C	A	N
23	DESM.	A,S,As	D,T	M	V,C	A	N
24	DESM.	A,S,As	D,T	D,T	V,C	A	N
25	DESM.	A,S,L	D,T	M	M	A	N
26	DESM.	A,S,As,L	D,T	D	V,C	A	N
27	DESM.	A,S,As	D,T	D,T	V,C	A	N
28	DESM.	A,S,As	Dr	D,T	V,C	A	N
29	DESM.	A,S,As,L	D,T	M	M,V,C	A	N
30	DESM.	A,S,As	D,T	M	V,C	A	N
31	DESM.	A,S,As	Dr	D,T	V,C	A	N
32	DESM.	A,S,As	Dr	D,T,U	V,C	A	N
33	DESM.	A,S,As	Dr	M	M	A	N

34	DESM.	A,S,As	Dr	M	M	A	N
35	DESM.	A,S,As	Dr	U	V,C	A	N
36	DESM.	A,S,As	Dr	U	V,C,M	A,Ap	S (EFIC.)
37	DESM.	A,S,As	Dr	U	V,C,Ve	A	N
38	DESM.	A,S,As	Dr	M,U	V,C	A	N
39	DESM.	A,S,As	Dr	M,U	V,C	A	S (EFIC.)
40	DESM.	A,S,As,L	Dr	M,U	V,C	A,M	S (INEF.)
41	DESM.	A,S,As	Dr	M,U	V,C	A,M	S (EFIC.)
42	Secundária	A,S,As	Dr	M,U	V,C	A,Ap	N
43	Secundária	A,S,As	Dr	M,U	M,U	A	N
44	Secundária	A,S,As	Dr	M	M,U	A,M	N
45	DESM.	A,S,As	Dr	U,M	V,Vê	A	N
46	DESM.	A,S,L	D	U,M	V	A	N
47	DESM.	A,S,As,L	D	U,M	V	A,M	N
48	DESM.	A,S,As,L	Dr	U,M	V	A,M	N
49	DESM.	A,S,As	D,T	U,M	C	A	N
50	DESM.	A,S,As	D,T	U,M	V,C	A	N
51	DESM.	A,S,As,L	Dr	U,M	V,M	A	N
52	Secundária	A,S,As,L	Dr	U,M	V,M	A	N
53	DESM.	A,S	D,T	D,T	As	A	N
54	DESM.	A,S	D,T	D,T	As	A	N
55	DESM.	A,S	D,T	D,T	As	A	N
56	DESM.	A,S,As	Dr	U,M	V,C	A,M	N
57	DESM.	A,S,As,L	Dr	U,M	V,C	A	N
58	DESM.	A,S,As,L	Dr	U,M	V,C,M	A	N
59	DESM.	A,S,As,L	Dr	U,M	V,C,M	A	N
60	DESM.	A,S,As,L	D,Exploração Mineral	D	Ve, C	A	N
61	DESM.	A,S,As	D,Exploração Mineral	D	Vê, C	A	N
62	DESM.	A,S	D,Exploração Mineral	D	Vê, C	A	N
63	DESM.	A,S	D,Exploração Mineral	D	Vê, C	A	N
64	DESM.	A,S	D	D	D	A	N
65	DESM.	A,S	D,Exploração Mineral	D	Vê, C	A	N
66	DESM.	A,S	D,Exploração Mineral	D	Vê, C	A	N
67	DESM.	A,S,As,L	D,Exploração Mineral	D	Vê, C	A	N

68	DESM.	A,S,As	D,Exploração Mineral	D	Ve, C	A	N
69	DESM.	A,S	D,T	D,T	D,T	A	N
70	DESM.	A,S	D,T	D,T	D,T	A	N
71	DESM.	A,S,As,L	Dr	U,M	M	A	N
72	DESM.	A,S,As,L	Dr	U,M	M	A,Ap,M	N
73	DESM.	A,S,As,L	D,T	U	V,Ve	A	N
74	DESM.	A,S,As	Dr	U	V,Ve	A,Ap	N
75	DESM.	A,S,As	D,T	D,T	V,Ve	A	N
76	DESM.	A,S,As	Dr	U	V	A	N
77	DESM.	A,S,As	Dr	D,T,U	V	A	N
78	DESM.	A,S,As	D,T	U	V,Ve	A	N
79	Secundária	A,S,As	Dr	U,M	V,Ve	A	N
80	Secundária	A,S,As	Dr	U	V	A	N
81	DESM.	A,S,As	Dr	U	V	A	N
82	DESM.	A,S,As	Dr	U	V	A	N
83	DESM.	A,S,As	Dr	U	V	A	N
84	DESM.	A,S,As	Dr	U	V,M	A,Ap	N
85	DESM.	A,S,As	Dr	U,M	V,M	A,Ap,M	S (INEF.)
86	DESM.	A,S,L	Dr	U,M	M	A,Ap	N
87	DESM.	A,S,As,L	D,T	D,T	C	A	N
88	DESM.	A,S,As,L	D,T	D,T	C	A	N
89	DESM.	A,S,As,L	D,T	D,T	C	A	N
90	DESM.	A,S,As,L	D,T	D,T	C	A	N
91	DESM.	A,S,As,L	D,T	D,T	C	A	N

Voc.: Número da voçoroca; **Vegetação:** Primária, Secundária, Desmatada (DESM.); **Danos Ambientais:** Perda de área=A, Perda de solo=S, Assoreamento=As, Lixo=L; **Gerais:** Desmatada/Desmatamento=D, Terraplanada/Terraplanagem=T, Drenagem=Dr; Ve= vegetação, Urbanizada=U, Vale=V, Curso d'água=C, Aparelhos Urbanos=Ap, Moradias=M; **Contenção:** Sim ou Não (Eficiente=EFIC.; Ineficiente=INEF.).

ANEXO 8

Ocupações irregulares em Manaus

COMUNIDADES IRREGUALRES (CI) E

LOTEAMENTOS IRREGULARES (LI)

ITEM	EMPREENHIMENTO	SIT.	LOCALIZAÇÃO	OBSERVAÇÕES
1	11 de Maio		Col. Antônio Aleixo	
2	14 Bis			
3	Abrahinópolis	LI	Col. Terra Nova	Pro. Jorge Isper Abraham
4	Água Viva		Santa Etelvina	
5	Águas Marinhas		Flores	
6	Alfredo Nascimento, Comun.		Cidade Nova	
7	Aliança Com Deus		Cidade Nova	
8	América do Sul	LI	Novo Israel	atrás da Coca-Cola. Prop. Imp. E Exp. Irmãos takeda Ltda.
9	Américo Medeiros		Cidade Nova	
10	Anaconda		Tarumã	
11	Anderson de Menezes		Petrópolis	
12	Arari	LI	Puraquequara	Prop. Pedro Queiroz Sampaio
13	Areia Branca, Recreativo			
14	Assis, Comunidade		Novo Israel	ao lado do América do Sul
15	Asteca		Coroado	
16	Bairro da Fé		Jorge Teixeira	
17	Bairro da Luz		São José Operário	
18	Bairro do Céu		Centro	
19	Bairro Nova Manaus	LI	São José Operário	Prop. Ass. Dos Moradores Amigos do Bairro de Nova Manaus
20	Bairro Novo	LI	Jorge Teixeira	Prop. Paulo Farias Imóveis
21	Bancrevea	LI	Tarumã	Prop. Constr. E Imobiliária
22	Bela Vista	LI	Armando Mendes	Prop. Waldemir Torres Souza
23	Boa Vista		Col. Antônio Aleixo	
24	Boas Novas, Conj.	LI	Cidade Nova	Prop. SUHAB
25	Bom Futuro			
26	Bom Jardim, Comunidade		Cidade Nova	Próxima ao Riacho Doce, acima do Núcleo 8 da CN
27	Bom Jesus, Comunidade		Cidade Nova	
28	Bosque das Estrelas			
29	Braga Mendes		Cidade Nova	
30	Brasileirinho		Jorge Teixeira	
31	Campos Sales	LI	Tarumã - acesso ramal Campos Sales	
32	Canaã		Redenção	ao lado do Ajuricaba
33	Carbraz (Pq. São Pedro)	CI	Tarumã - Av. Torquato Tapajós	área desapropriada pela Prefeitura
34	Carijó		Coroado	
35	Carioca		Tancredo Neves	
36	Celebridade		Torquato Tapajós	ao lado da Coca-Cola
37	Celina Barros	LI	Aleixo	Prop. Celina Barros
38	Centenário Popular	CI	Cidade Nova	
39	Central Park		Pq. Das Laranjeiras - 4º etapa-Flores	
40	Chácara Bom Jardim		Santa Etelvina	
41	Chácara San Diego		AM-10 KM 12	
42	Chácaras Caracarai	LI	Cidade Nova	Prop. José Rafael Siqueira Filho
43	Chácaras Campo Verde		Br-174	
44	Chácaras Castanheiras		Br-174 KM 07	
45	Chácaras Recanto do Uirapuru		Br- 174 km 12	invasão no loteamento em tramitação
46	Cidade Alta		Jorge Teixeira	
47	Cidade de Deus		Cidade Nova	
48	Cristo Rei, Comun.		Tarumã	
49	De Deus, Comunidade		Cidade Nova	próxima à Av. Autaz Mirim
50	Eduardo Gomes			
51	Esperança, Comunidade		Sta. Etelvina	Rua 23 de julho (rua de acesso 7 de maio, próximo J.Paulo II)
52	Fazendinha	LI	Cidade Nova	Prop. Augusto Zigart
53	Filadélfia, Pq.	CI	Cidade Nova	
54	Flávio Espírito Santo	LI	Coroado	
55	Flor de Lótus			
56	Florestal		Cidade Nova	
57	Geladinho		Lírio do Vale	entre o Augusto M. Negro e cemitério Tarumã
58	Gilberto Mestrinho		São José Operário	
59	Grande Vitória		Distrito Industrial	
60	Gustavo Nascimento, Comun.		Cidade Nova	
61	Igarapé da Vovó	CI	Crespo	
62	Igarapé do 40	CI	Crespo	
63	Ilha do Caribe		Área de Transição	

COMUNIDADES IRREGUALRES (CI) E

LOTEAMENTOS IRREGULARES (LI)

ITEM	EMPREENHIMENTO	SIT.	LOCALIZAÇÃO	OBSERVAÇÕES
64	Ingá	LI	Santa Etelvina	Prop. João Alberto Cavalcante de Oliveira
65	Ipiranga	CI	Distrito Industrial	
66	Ismail Aziz		Br 174, próximo do Luso, Km 2	
67	Itacolom, Industrial	LI	Armando Mendes	Prop. Paulo Farias
68	Iuritá	CI	Coroado	
69	Jacarezinho		Parque 10	entre conj. Jardim Primavera e conj. Novo Horizonte (rua 4)
70	Jardim das Roseiras			
71	Jardim do Éden	CI	Alvorada	
72	Jardim dos Franceses			
73	Jardim Fortaleza		Sta. Etelvina	ao lado do Sta. Tereza
74	Jardim Imperial	LI	Flores - próximo ao Cond. Laranjeiras	Prop. Nelma Batista teixeira - proc. 2970/95
75	Jardim Oriente	LI	Parque 10	Prop. Mitsuro Inoue
76	Jardim Raquel	LI	Santa Etelvina	
77	Jardim Santa Tereza			
78	Jerusalém		Alvorada	atrás do D. Pedro II
79	Jesus Me Deu		Colônia Terra Nova	
80	José Bonifácio		Col. Santo Antônio	
81	José Carlos Mestrinho			
82	Jupia			
83	Jupia II		Petrópolis	
84	Juriema			
85	Lagoa Verde		Distrito Industrial	
86	Lírio do Campo	LI	voltado para Estr. Tarumã com acesso pela antiga	Prop. Clemente Manoel da Silva Câmara
87	Luzitânia			
88	Manaus 2000	LI	Ramal de acesso ao Tarumã, conhecido também	Prop. João Batista (Construt. Máxima) - Próximo à Carbraz (Pq. São
89	Manoel Nogueira	LI	Nova Esperança	
90	Manoela			
91	Marise Mendes		Betania	
92	Meu Bem, Meu Mau			
93	Monte Castelo		Coroado	
94	Monte Cristo			
95	Monte Pascoal	CI	Col. Terra Nova	
96	N. Sra de Fátima I e II			
97	N. Sra do Perpetuo Socorro			
98	N. Sra. De Fátima		Cidade Nova	
99	N. Sra. Perpétuo Socorro		Cidade Nova	invasão do núcleo IV, atrás da Peixaria
100	Nagai			
101	Nova Conquista		Tancredo Neves	
102	Nova Floresta		Jorge Teixeira	
103	Nova Jerusalém			
104	Nova Vida			
105	Nova Vitória	CI	Distrito Industrial	
106	Nove de Junho		Japiim	
107	Novo Canaã		Cidade Nova	
108	Novo Israel I, II, e III			
109	Novo Milênio			
110	Novo Reino		Tancredo Neves	
111	Oásis			
112	Oswaldo Cruz			
113	Pantanal			
114	Paraíso Ecológico, Res.			
115	Parque das Corujas			
116	Parque das Laranjeiras 2.ª 3.ª 4.ª Et.	LI	Flores	Prop. ELA - Empresa Líder de Assessoria Ltda.
117	Parque das Nações	LI	Flores	Prop. ELA - Empresa Líder de Assessoria Ltda.
118	Parque dos Apóstolos			
119	Parque dos Estados		Cidade Nova	
120	Parque dos Maguaris	CI	Distrito Industrial	
121	Parque dos Rouxinóis			
122	Parque Filadélfia		Cidade Nova	
123	Parque Iuritá			

COMUNIDADES IRREGUALRES (CI) E

LOTEAMENTOS IRREGULARES (LI)

ITEM	EMPREENHIMENTO	SIT.	LOCALIZAÇÃO	OBSERVAÇÕES
124	Parque Mauá		Mauazinho	invasão do Loteamento
125	Parque Riachuelo		Tarumã	invasão do loteamento
126	Petrópolis, Res.			
127	Philips			atrás da PHILIPS
128	Popular Cordeiro		Cidade Nova	
129	Raio de Sol		Nova Cidade	
130	Riacho Doce, Expansão			
131	Riachuelo, Pq.	LI	Tarumã	
132	Rio Piorini, núcleo 5	LI	Novo Israel	
133	Rosa de Maio		Col. Santo Antonio	
134	Santa Catarina			
135	Santa Cruz		Flores	assim que termina o Beija-Flor
136	Santa Inês		Jorge Teixeira	
137	Santa Marta			
138	Santa Tereza, Jardim		Sta. Etelvina	
139	Santa Terezinha		Nova Esperança	
140	São Camilo		Jorge Teixeira	
141	São João		Área de Transição	
142	São Jose dos Campos		São José Operário	
143	São Lucas		Tancredo Neves	
144	São Paulo			
145	São Sebastião		Petrópolis	
146	Sapolândia			
147	Sassá Mutema			
148	SHARP		Distrito Industrial	
149	Tapauá			
150	Tarumã, Comun.		Tarumã	
151	Três de Novembro, Conj.			
152	União da Vitória		Tarumã	Ao lado do Lot. "Retiro Marciene", próx. a barreira
153	Val Paraíso		Jorge Teixeira	
154	Vale da Felicidade			
155	Vale do Amanhecer		Petrópolis	
156	Vila da Felicidade		Distrito Industrial	
157	Vila Humaitá	CI	Col. Oliveira Machado	
158	Vila Marinho	CI		
159	Vila Rio Negro	CI	Distrito Industrial	
160	Vitória da Conquista	CI		
161	Vitória Régia	CI	Jorge Teixeira	
162	Vitória, Comunidade	CI	Cidade Nova	Entre os Núcleos 15 e 16 da CN
163	Vivenda Ecológica	CI		
164				
165				
166				
167				
168				
169				
170				
171				

LOTEAMENTOS NÃO APROVADOS E QUE POSSUEM REGISTRO DE IMÓVEIS EM CARTÓRIO

ITEM	EMPREENHIMENTO	PROPRIETÁRIO	N.º PROC.	LOCALIZAÇÃO	ÁREA(m²)	REG. IMÓVEIS
1	Álvaro Neves	Álvaro Fco. Neves Filho	3521/95	D. Pedro		
2	Bairro Novo		1006/94 - 3582/92	Cidade Nova		4705 (3º Of.)
3	Barra do Cetur	Tarusa Viagens e Promoções S/A	0047/93	Margem esquerda do Igarapé da Cachoeira Baixa do Tarumã	731.951,50	
4	Jardim Fortaleza	Imobiliária Pinheiro Sá Ltda		Santa Etelvina		R/6-153 (3.º OF.)
5	Jardim Santorini (antigo Jd. Mediterrâneo)	Tauá Empreendimentos LTDA.		Av. do Turismo no Centro Turístico do Tauá - Tarumã	110.880,93	27.848 (3.º Of.)
6	Lago Azul		1772/97	Am 010, Km 17		
7	Lírio do vale II	SHAM	1053/97	Lírio do Vale		19,725
8	Ponte da Bolívia	Toshiko Inoue	0687/97	Torquato Tapajós		8.100 (3º Of.)
9	Popular Carijó	Paulo Farias Imóveis	0193/93	Coroado		45,847
10	Popular Cordeiro	Paulo Farias Imóveis	0129/95	Varadouro da Petrobrás		23,403
11	Pq. do Lago	Ama - Emp. Comércio e Ind. Ltda.	3997/95	Margem esq. da est. do Turismo, antiga Est. Tarumã, lote n.º26, km 09	252.759,00	18.844 (3º Of.)
12	Pq. dos Guaranás	Cícero José Baima Rabelo		Margem dir. da BR-174, km 02 e margem esq. da AM-010, km 20	500.000,00	
13	Pq. Riachuelo	Paulo Farias Imóveis	3129/83	Tarumã (Rua Itororó esquina da Av. Deocides)	6,705,00	29.674 (3.º Of.)
14	Pq. Shangrilá I		1394/91	Pq. Dez de Novembro		
15	Pq. Shangrilá II	Paulo Farias Imóveis	4158/91 - 3193/94	Pq. Dez de Novembro		
16	Pq. Shangrilá III	Paulo Farias Imóveis		Pq. Dez de Novembro		
17	Pq. Shangrilá IV	Paulo Farias Imóveis	075/93 - 3196/94	Pq. Dez de Novembro		5991
18	Pq. Shangrilá V			Pq. Dez de Novembro		43,111
19	Pq. Shangrilá VI	Paulo Farias Imóveis	0112/93	Pq. Dez de Novembro		36,787
20	Pq. Shangrilá VI			Pq. Dez de Novembro		
21	Rio Solimões, Res.	Roberto de Godoy Neves	2428 - 0701/95	Est. Secundária entre Est. AM- 010 e Est. do Tarumã	410.000,00	
22	Santa Teresa	Fátima de Oliveira Aranha	4163/99	Estrada da Petrobrás		
23	Solar das Amazonas	Júlio César Holanda	6382/00	Santa Etelvina		18.884 (3.º Of.)
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						

ANEXO 9

Ocupações regulares em Manaus

LISTA DOS LOTEAMENTOS APROVADOS

IMPLURB - DIVISÃO DE PARCELAMENTO DO SOLO - DPS

OBSERVAÇÃO: A APROVAÇÃO DOS PROJETOS DE LOTEAMENTOS ESTA SUJEITA AO CUMPRIMENTO DOS ART. 12 (P.U.) e 18 DA LEI FEDERAL N.º 6766/79 E ART. 19 DA LEI MUNICIPAL N.º 665/02, SOB PENA DE CADUCIDADE DA APROVAÇÃO.

N.º	EMPREENHIMENTO	TIPO	PROPRIETÁRIO	BAIRRO	PROC.	APROV.	DECRETO		REGISTRO DE IMÓVEIS			
					Nº	data	Nº	data	Nº	data	Cart.	
1	31 de Março, Conj.	Loteamento	SHAM	Japiim	1911/78 03/87	19/06/87 11/05/88 (mod.)						
2	Abílio Nery	Conj. Res.	Incorporadora Irmãos Valle Ltda	Aleixo		15.06.71	1322	12.12.77				
3	Acariquara	Conj. Res.	Certam- Com Eng. Ltda	Coroado	0516/80	21.09.83	2941	30.12.84	6389	02.07.80	1.ºOf.	
4	Adrianópolis, Pq. Res. e Ampliação	Loteamento	América do Sul (CASUL)	Adrianópolis	905/77 1286/80	13/05/77 11/06/81						
5	Agnus Dei	Loteamento	Maria da Costa Cordeiro	Sta. Etelvina	4306/01	29.05.02	6333	13.08.02	51.130	31.12.73	1.ºOf.	
6	Ajuricaba, Conj. Hab.	Conj. Res.	SHAM	Alvorada	050/76	28/09/78 30/12/80			5/384	02.05.80	3.ºOf.	
7	Américo Medeiros	Conj. Res.	SHAM	Cidade Nova	2612/92	10.12.93						
8	Aripuanã, Parque	Loteamento	Coencil	D. Pedro	2520/88	01/02/82 07/06/84 (mod.)	2990	05.02.82	5-5269	06.07.82	3.º Of.	
9	Aristocrático	Conj. Res.	Const. Coroado Ltda	Chapada	0776/81	04/11/80 04/05/81	2592	11.05.81				
10	Arthur Reis	Conj. Hab.	Cond. dos Escrit. Fiscais do Est. Am	Pq. 10	1026/85	02.01.86	5531	29.10.86				
11	Arthur Virgílio Filho	Loteamento	Urbam	Jorge Teixeira	050/91-GP	22.10.91	865	29.10.91	7600	13.08.03	4.º Of.	
12	Aruanã, Pq. Res.	Loteamento	EMBRATEC - Comp. Brasileira Técnica de Construção	Compensa		10.03.75						

LISTA DOS LOTEAMENTOS APROVADOS
IMPLURB - DIVISÃO DE PARCELAMENTO DO SOLO - DPS

OBSERVAÇÃO: A APROVAÇÃO DOS PROJETOS DE LOTEAMENTOS ESTA SUJEITA AO CUMPRIMENTO DOS ART. 12 (P.U.) e 18 DA LEI FEDERAL N.º 6766/79 E ART. 19 DA LEI MUNICIPAL N.º 665/02, SOB PENA DE CADUCIDADE DA APROVAÇÃO.

N.º	EMPREENHIMENTO	TIPO	PROPRIETÁRIO	BAIRRO	PROC.	APROV.	DECRETO		REGISTRO DE IMÓVEIS			
					Nº	data	Nº	data	Nº	data	Cart.	
13	Atílio Andreazza	Conj. Res.	Assoc. Serv. Da Suframa	Japiim		22.05.81						
14	Augusto Montenegro	Conj. Res.	SHAM / Mac. Emp. Imob. Ltda	Lírio do Vale	3172/90	22.11.91	930/91 7783/05	03/12/91 23/02/05				
15	Ayapuá, Pq. Do	Conj.Hab.	Arca - Arq. e Const. do Am Ltda	Compensa	0348/82	05.03.82						
16	Balneário Residencial Tarumã	Loteamento	Michael Schwarcz e Rivka Schwarcz	Tarumã	2306/02	10.10.05	8109 DOM1341	10/10/05 13/10/05				
17	Bancários	Conj. Res.	Nóvoa & Cia. Ltda	Santo Antonio		23.07.73						
18	Barra Bela	Conj. Hab.	Const. Sampaio Monteiro Ltda.	Pq. 10	31.05.1980	02/08/82 24/02/84						
19	Beija Flor I	Conj. Hab.	Engecil	Flores	3862/83	05.08.88	6374	24.11.88				
20	Beija Flor II	Loteamento	PLANECON - Planej. Emp. e Const. Ltda.	Flores	3692/88	06.12.88			34001	13.11.89	1º Of.	
21	Belvedere	Conj. Res.	Mac Emp. Imobiliária Ltda.	Planalto	2634/82	05.05.82	2266	30.12.80	2511	27/10/82 (viab.)	3.º Of.	
22	Ben - Hur	Conj. Res.	Baukraft Eng. e Const. Ltda	Cidade Nova	1639/98	18.08.99	4633	02.08.99	999 (R/08)	28.11.86	1º Of.	
23	Bervely Hills	Loteamento	Souplam	Chapada		16.05.72						

LISTA DOS LOTEAMENTOS APROVADOS

IMPLURB - DIVISÃO DE PARCELAMENTO DO SOLO - DPS

OBSERVAÇÃO: A APROVAÇÃO DOS PROJETOS DE LOTEAMENTOS ESTA SUJEITA AO CUMPRIMENTO DOS ART. 12 (P.U.) e 18 DA LEI FEDERAL N.º 6766/79 E ART. 19 DA LEI MUNICIPAL N.º 665/02, SOB PENA DE CADUCIDADE DA APROVAÇÃO.

N.º	EMPREENHIMENTO	TIPO	PROPRIETÁRIO	BAIRRO	PROC.	APROV.	DECRETO		REGISTRO DE IMÓVEIS		
					Nº	data	Nº	data	Nº	data	Cart.
24	Bom Pastor	Loteamento	PROHISA- Proj. Hid. Sanit. Ltda.	Colônia Santo Antônio	1801/98	14/07/03 (recarimb.)	6523	22.11.02	52.473	26.05.03	1.º Of.
25	Bosque das Palmas	Loteamento	S. B. Imóveis	Tarumã	1027/99	16.05.00	7745 4962 6553 (modif.)	21/01/05 20/04/00 18/12/02			
26	Bosque Res. Murici	Loteamento	Coencil	Pq. 10		(1ª)19/06/75 (2ª)03/02/76 (3ª)11/05/78					
27	Cachoeira Grande	Loteamento	Kaneo Shibuya	Pq. 10	5152/00	12.12.01	5804	11.09.01	1/ 13.414	15.01.02	4.º Of.
28	Campo Dourado	Loteamento	Sebastião Otaviano de Lima	Cidade Nova	3006/95	22.11.96	3402 3632 (mod.)	24/07/96 26/12/96			
29	Campos Elíseos, Pq. Res.	Loteamento	CASUL- Const. América do Sul	Planalto	Of. 49/77- DCU	12.11.82	876 6447	6/12/77 27/12/88			
30	Canaã	Loteamento	Gama Eng. Const. Ltda	Alvorada	2051/85 1729/86	03/10/85 12/09/86 (mod.)	5211/86 5487/86	10/03/86 30/09/86	R.4/ 14687	07.10.86	3.º Of.
31	Castanheiras II, Pq. das	Loteamento	Fortes Toledo Arq. e Engª. Ltda.	São José	0056/88	22.11.88	6381 6731	28/11/88 31/08/89	33199	16.08.88	1º Of.
32	Castelo Branco, Conj.	Conj. Res.	SHAM	Parque 10		28/09/78 30/12/80 (mod.)					
33	Castrolandia		José Jorge Castro	Chapada	1008/72	10.10.72					
34	Celetramazon	Conj. Res.	Celetramazon	Pq.10		30.05.72					

LISTA DOS LOTEAMENTOS APROVADOS
IMPLURB - DIVISÃO DE PARCELAMENTO DO SOLO - DPS

OBSERVAÇÃO: A APROVAÇÃO DOS PROJETOS DE LOTEAMENTOS ESTA SUJEITA AO CUMPRIMENTO DOS ART. 12 (P.U.) e 18 DA LEI FEDERAL N.º 6766/79 E ART. 19 DA LEI MUNICIPAL N.º 665/02, SOB PENA DE CADUCIDADE DA APROVAÇÃO.

N.º	EMPREENHIMENTO	TIPO	PROPRIETÁRIO	BAIRRO	PROC.	APROV.	DECRETO		REGISTRO DE IMÓVEIS		
					Nº	data	Nº	data	Nº	data	Cart.
35	Cidade do Leste	Loteamento	José Iranor Pinheiro Landim	São José	0747/97	17.05.00	4982	17.05.00	AV.3/ 9.275	26.09.00	4.º Of.
36	Cidade Nova 1ª etapa	Conj. Res.	SHAM	Cidade Nova	0485/81	16.02.82					
37	Cidade Nova 2ª Etapa	Loteamento	SHAM	Cidade Nova	1638/88	12.11.91	6379 916	25/11/88 27/11/91			
38	Cidade Nova 3ª Etapa	Conj. Res.	SHAM	Cidade Nova	1638/88	30.11.90	6379	25.11.88			
39	Cidade Nova 4ª Etapa	Conj. Res.	SHAM	Cidade Nova	1038/88	28.11.90	6379	25.11.88			
40	Cidade Nova 5ª Etapa	Conj. Res.	SHAM	Cidade Nova	0378/88	17.02.92	89	18.06.90			
41	Colina do Aleixo	Loteamento	Eletro Ferro Construções S.A.	Aleixo	5862/84	28.09.87					
42	Coophasa	Conj. Res.	Coop. Hab. Sub. e Sarg. Am	Nova Esperança Lírio do Vale	1870/78	26.11.91	868	29.10.91	2202	15.01.93	3º Of.
43	Costa e Silva		SHAM	Raiz		30.12.80					
44	Cruzeiro do Sul	Conj. Res.	Decisão Const. e Com. Ltda.	Cidade Nova	1884/97	15.07.97					
45	Déborah	Conj. Res.	CASUL- Const. América do Sul	D. Pedro	3271/76 2731/85	30/09/76 20/10/77(mod) 19/08/85	875	06.12.77			
46	Distrito Industrial		Suframa	Distrito Ind.		29.03.96					

LISTA DOS LOTEAMENTOS APROVADOS
IMPLURB - DIVISÃO DE PARCELAMENTO DO SOLO - DPS

OBSERVAÇÃO: A APROVAÇÃO DOS PROJETOS DE LOTEAMENTOS ESTA SUJEITA AO CUMPRIMENTO DOS ART. 12 (P.U.) e 18 DA LEI FEDERAL N.º 6766/79 E ART. 19 DA LEI MUNICIPAL N.º 665/02, SOB PENA DE CADUCIDADE DA APROVAÇÃO.

N.º	EMPREENHIMENTO	TIPO	PROPRIETÁRIO	BAIRRO	PROC.	APROV.	DECRETO		REGISTRO DE IMÓVEIS		
					Nº	data	Nº	data	Nº	data	Cart.
47	Dom Pedro I	Conj. Res.	Coop. Hab. Dom Pedro	D. Pedro		24.09.80			áreas verdes 12.635	02.12.83	3.º Of.
48	Dom Pedro II	Conj. Res.	Coop. Hab. Dom Pedro	Alvorada	029/78	27/12/77(1ª) 12/06/78 17/02/82	1938	16.12.87	AV- 4 2238	11.06.79	3.ºOf.
49	Domingos Sávio, Pq.		Ultrabras União dos Trab. Do Brasil	Cidade Nova		26.12.84					
50	Duque de Caxias (Tapajós)	Conj. Res.	Const. A Gaspar Ltda	Flores	2475/91	(1ª)15/09/81 (2ª)08/09/92					
51	Eldorado	Conj. Res.	Soaplam-Ltda	Pq.10	0554/73	04.06.71					
52	Elisa Miranda, Prof. ^a	Lot/Conj. Hab.	FTIEAM / ASCC	Distrito Industrial	6538/00	17.08.04	7462 DOM 1216	17/08/04 11/04/05			
53	Emanuelle, Pq. Res.		Gama-Barra Const. Ltda	Petrópolis	882/81	15.10.81					
54	Ephigênio Salles	Loteamento	Intec-Inst. Tec. de Eng ^a . Ltda	Aleixo	2682/97 3859/99	30/03/98 14/09/99					
55	Euclides Figueiredo, General		Certam- Com. e Eng ^a .	São Jorge	0549/83	22.06.83					
56	Euller Ribeiro	Loteamento	Certam- Com. Eng ^a . Ltda.	Cidade Nova	0111/87	09.02.87	5683	23.02.87			
57	Flamantal	Conj. Res.	Const. Flávio Espírito Santo Ltda	Planalto		27/06/83 27/06/84 (mod.)					
58	Flamboyant	Conj. Res.	Vieiralves Imob. Ltda	Cidade nova	3376/91	23.02.00	5059	29.06.00			

LISTA DOS LOTEAMENTOS APROVADOS
IMPLURB - DIVISÃO DE PARCELAMENTO DO SOLO - DPS

OBSERVAÇÃO: A APROVAÇÃO DOS PROJETOS DE LOTEAMENTOS ESTA SUJEITA AO CUMPRIMENTO DOS ART. 12 (P.U.) e 18 DA LEI FEDERAL N.º 6766/79 E ART. 19 DA LEI MUNICIPAL N.º 665/02, SOB PENA DE CADUCIDADE DA APROVAÇÃO.

N.º	EMPREENHIMENTO	TIPO	PROPRIETÁRIO	BAIRRO	PROC.	APROV.	DECRETO		REGISTRO DE IMÓVEIS		
					Nº	data	Nº	data	Nº	data	Cart.
59	Flores	Conj. Hab.	SHAM	São Geraldo	0231/78	28.09.78					
60	Francisca Mendes	Loteamento	SHAM	Cidade Nova	2612/92	10.12.93	1960 2835	21/01/94 16/06/95			
61	Garças, Pq. das	Loteamento	Planecom - Plan. Emp. Const. Ltda	Cidade Nova	0026/94	10.06.94	2255	23/06/94 16/05/95			
62	Greenwood Park	Loteamento	Cinorte Const. e Incorp. Norte Ltda	Aleixo	2568/89	25.01.90					
63	Haydea I, Res. Jardim		COENCIL	Chapada		03.02.71					
64	Haydea II, Res. Jardim		COENCIL	Chapada		19.07.71					
65	Haydea III, Res. Jardim		COENCIL	Chapada		25.02.72					
66	Hiléia I (Ipasea II)	Conj. Res.	Ipasea II	Redenção	1699/83	14.06.83					
67	Hiléia II	Conj. Hab.	Ipasea/ Engecenter	Redenção	1764/83	02.08.83					
68	Huascar Angelim		Certam- Com. Eng. Ltda	Aleixo		04.01.80					
69	Ica Maceió		ICA-Ind. Const. Alvorada S/A	Nª. Sª. das Graças	1266/69	25.07.69					
70	Ica Paraíba		ICA-Ind. Const. Alvorada S/A	Adrianópolis		18/08/69 10/03/75					

LISTA DOS LOTEAMENTOS APROVADOS
IMPLURB - DIVISÃO DE PARCELAMENTO DO SOLO - DPS

OBSERVAÇÃO: A APROVAÇÃO DOS PROJETOS DE LOTEAMENTOS ESTA SUJEITA AO CUMPRIMENTO DOS ART. 12 (P.U.) e 18 DA LEI FEDERAL N.º 6766/79 E ART. 19 DA LEI MUNICIPAL N.º 665/02, SOB PENA DE CADUCIDADE DA APROVAÇÃO.

N.º	EMPREENHIMENTO	TIPO	PROPRIETÁRIO	BAIRRO	PROC.	APROV.	DECRETO		REGISTRO DE IMÓVEIS		
					Nº	data	Nº	data	Nº	data	Cart.
71	Industriário	Loteamento	Const. J. E. Arduino Ltda	Distrito Ind.	3942/95	27/05/97(1ª) 26/08/99(2ª)	s/ decret		AV.4/ 6.300	19.12.97	4.º Of.
72	Isaías Vieiralves	Conj. Res.	Incorporação Irmãos Valle	N. S. das Graças	1739/73	23.11.70					
73	Itapuranga II, Pq. Res.	Loteamento	T. Loureiro e Cia.	Ponta Negra	4509/86	23.12.86	5637	26.01.87			
74	Itapuranga III, Pq. Res.	Loteamento	T. Loureiro e Cia.	Tarumã	1085/90	24.05.90	88	18.06.90			
75	Jaçanã	Conj. Res.	Coencil- Const. Emp. Civis Ltda	Chapada	3265/87	06.11.87					
76	Jardim Amazônia	Loteamento	Vieralves Imobiliária Ltda.	N. S. das Graças		04.03.75					
77	Jardim Canaranas, Conj. Hab.	Conj. Res.	SHAM	Cidade Nova	3764/90	07.01.88	6050	07.01.88			
78	Jardim das Américas (Itapuranga I)	Loteamento	T. Loureiro e Cia.	Ponta Negra	2894/86	18.09.86	5491	01.10.86			
79	Jardim de Alah	Conj. Res.	Empee. Imob. Com. Rep. Ltda	Flores		29.11.82	3555	14.03.83			
80	Jardim de Versalles	Loteamento	Mac. Emp. Imob. Ltda	Planalto	2133/90	13.08.98	4285 4412	13/08/98 03/11/98			
81	Jardim dos Eucaliptos	Conj. Res.	Const. S. M. Com. Ind. Ltda	Flores		18.10.84					
82	Jardim Encontro das Águas	Loteamento	Carlos Edson Guedes do Oliveira	D. Pedro	2766/94 0551/95	29/12/94 23/08/95	2790	16.05.95			

LISTA DOS LOTEAMENTOS APROVADOS
IMPLURB - DIVISÃO DE PARCELAMENTO DO SOLO - DPS

OBSERVAÇÃO: A APROVAÇÃO DOS PROJETOS DE LOTEAMENTOS ESTA SUJEITA AO CUMPRIMENTO DOS ART. 12 (P.U.) e 18 DA LEI FEDERAL N.º 6766/79 E ART. 19 DA LEI MUNICIPAL N.º 665/02, SOB PENA DE CADUCIDADE DA APROVAÇÃO.

N.º	EMPREENHIMENTO	TIPO	PROPRIETÁRIO	BAIRRO	PROC.	APROV.	DECRETO		REGISTRO DE IMÓVEIS		
					Nº	data	Nº	data	Nº	data	Cart.
83	Jardim Espanha	Conj. Res.	Nevoa	Adrianópolis		04.05.81					
84	Jardim Espanha II	Conj.Res.	José Souza do Nascimento	Adrianópolis		24.03.80					
85	Jardim Espanha III	Conj.Res.	Nevoa	Adrianópolis		04.05.81					
86	Jardim Friburgo	Loteamento	Napoleão Leal de Araújo	Tarumã	2837/97	16.05.00	4955	14.04.00	19.041	06.03.87	3.ºOf.
87	Jardim Itaoca	Conj. Res.	Coencil Ltda	Pq. 10	1117/74	27.08.74					
88	Jardim Luiza Maria		Hapax - Proj. e Const. Ltda	Coroado	401/82	07.06.83					
89	Jardim Mauá	Loteamento	Solimões Imov. Ltda	Mauazinho	2426/97	12.11.99	4739	12.11.99	11.169	18.01.00	4.º Of.
90	Jardim Meridional		Certam- Com. e Engª.	Pq.10		03.09.81					
91	Jardim Olívia	Conj. Res.	Incorporação Irmãos Valle	N. S. das Graças		27/08/74 21/10/76					
92	Jardim Oriente	Loteamento	Mitsuru Inoue	Pq.10	3525/97	21.08.98	10.09.1911	04.08.98	47745 (loteB)	31.08.99	1.º Of.
93	Jardim Orquídea		Coencil	Pq.10	1425/81	10.11.72					
94	Jardim Petrópolis		Sócrates Bonfim	Petrópolis		15.09.82					

LISTA DOS LOTEAMENTOS APROVADOS
IMPLURB - DIVISÃO DE PARCELAMENTO DO SOLO - DPS

OBSERVAÇÃO: A APROVAÇÃO DOS PROJETOS DE LOTEAMENTOS ESTA SUJEITA AO CUMPRIMENTO DOS ART. 12 (P.U.) e 18 DA LEI FEDERAL N.º 6766/79 E ART. 19 DA LEI MUNICIPAL N.º 665/02, SOB PENA DE CADUCIDADE DA APROVAÇÃO.

N.º	EMPREENDIMENTO	TIPO	PROPRIETÁRIO	BAIRRO	PROC.	APROV.	DECRETO		REGISTRO DE IMÓVEIS		
					Nº	data	Nº	data	Nº	data	Cart.
95	Jardim Primavera I e II	Loteamento	Casa Const. Hab. e Arq. Ltda.	Pq. 10	4984/83 4985/83	30.06.82	1168	28.08.78	13.641	04.01.82	1.º Of.
96	Jardim Res. Hiléia	Conj. Res.	Imob. Pinheiro Landim Ltda	Redenção	5344/98 Habite-se	19.07.99					
97	Jardim Sakura	Loteamento	Masatoshi Takaki	Pq.10	6451/02	21.10.03	7012	21.10.03	25.664	06.01.04	1.º Of.
98	Jardim Sumiré	Loteamento	Emiko Yasui	Parque 10	0085/03	11.08.05	7974 7974(errata)	08/07/05 15/08/05			
99	Jardim Tarumãzinho	Loteamento	Dinâmica- Serv. Técnico e Ass. Ltda	Tarumã		24.07.75					
100	Jardim Villa Rica I	Loteamento	Rosa Maria Cardoso Farias	Aleixo		23.07.73					
101	Jardim Villa Rica II	Loteamento	Manoel Domingos Sávio Mouco	Aleixo	1023/92	01.07.92	1154	22.07.92			
102	Jardim Yolanda	Conj. Res.	Casa- Const. Hab. Arq. Ltda	Pq.10	1597/72	28.05.76					
103	Jauaperi	Conj. Res.	Sanenge Eng. Ltda	Pq.10	2879/88	22.11.88					
104	João Bosco R. de Lima II, Pq. Res. Senador	Loteamento	Cond. Sen. João Bosco	São José	0137/83	03.06.83					
105	João Bosco R. de Lima, Pq. Res. Senador	Conj. Res.	Solo - Plan. e Const. Ltda	Flores	2400/82	08.11.82					
106	Jorge Teixeira	Loteamento	Urbam	Jorge Teixeira	49/91-GP	22.10.91	157	01.08.90			

LISTA DOS LOTEAMENTOS APROVADOS
IMPLURB - DIVISÃO DE PARCELAMENTO DO SOLO - DPS

OBSERVAÇÃO: A APROVAÇÃO DOS PROJETOS DE LOTEAMENTOS ESTA SUJEITA AO CUMPRIMENTO DOS ART. 12 (P.U.) e 18 DA LEI FEDERAL N.º 6766/79 E ART. 19 DA LEI MUNICIPAL N.º 665/02, SOB PENA DE CADUCIDADE DA APROVAÇÃO.

N.º	EMPREENHIMENTO	TIPO	PROPRIETÁRIO	BAIRRO	PROC.	APROV.	DECRETO		REGISTRO DE IMÓVEIS		
					Nº	data	Nº	data	Nº	data	Cart.
107	Juruá	Loteamento	Const. A Gaspar Ltda	Redenção		01.06.81	2658	12.07.81			
108	Kíssia I	Conj. Res.	Const. Flávio Espírito Santo	D. Pedro		08.09.75					
109	Kíssia II	Conj. Res.	Const. Flávio Espírito Santo	D. Pedro		05.11.75					
110	La Ville	Loteamento	João Fernandes Carneiro	São José	4372/95	23.11.99	4749	23.11.99			
111	Laranjeiras 1ª Etapa, Pq. das	Loteamento	Ela- Emp. Líder de Asses. Ltda.	Flores	2724/73	04.03.75					
112	Laranjeiras- Etapa Especial, Pq. das	Loteamento	ELA-Emp. líder de Ass. Ltda.	Flores	0453/79 e 0973/79	25.09.79	1636	22.10.79			
113	Laranjeiras, Res.	Loteamento	Civilcorp Incorp Ltda	Flores	3294/95 113/01(mod)	06.10.97			16.467	02.10.98	1.º Of.
114	Lê Village Blanc		Arca - Arq. e Const. do Am Ltda	Chapada		04/10/76 16/06/78					
115	Manauense	Conj. Res.	Coop.Hab. Manauense	N. S. das Graças	0011/71	10.09.73					
116	Manoa	Conj. Res.	Engenter Const. Ind. Com.Ltda	Cidade Nova	1290/85	14.10.85					
117	Monte Sinai	Loteamento	Lindóia Ltda	Sta. Etelvina	2513/92	11.01.99	4427	11.12.98			

LISTA DOS LOTEAMENTOS APROVADOS

IMPLURB - DIVISÃO DE PARCELAMENTO DO SOLO - DPS

OBSERVAÇÃO: A APROVAÇÃO DOS PROJETOS DE LOTEAMENTOS ESTA SUJEITA AO CUMPRIMENTO DOS ART. 12 (P.U.) e 18 DA LEI FEDERAL N.º 6766/79 E ART. 19 DA LEI MUNICIPAL N.º 665/02, SOB PENA DE CADUCIDADE DA APROVAÇÃO.

N.º	EMPREENHIMENTO	TIPO	PROPRIETÁRIO	BAIRRO	PROC.	APROV.	DECRETO		REGISTRO DE IMÓVEIS			
					Nº	data	Nº	data	Nº	data	Cart.	
118	Morada do Sol		Oca- Org. de Const. da Amaz. Ltda	Aleixo	0443/72	10/03/72 24/03/80 (acréc.)						
119	Morada dos Nobres	Loteamento	Estrelas das Selvas/ Incorp. Imob. Landim Ltda.	Tarumã	3971/98	16.05.00	4954	14.04.00	819	27.11.00	3.º Of.	
120	Moto Importadora	Conj. Res.	Moto Imp. Ltda	São Geraldo		04.05.81						
121	Mucuripe I,II,III	Conj. Res.	Casa-Const. Hab. e Arq. Ltda	Pq. 10	1605/73 1475/75	02.09.75						
122	Mundo Novo	Conj. Res.	Planecon	Cidade Nova	1013/87	13.07.87	5859	31.07.87				
123	Nascente das Águas Claras	Loteamento	Vieiralves Imob. Ltda	Cidade Nova	3376/91	23.02.00	5059	29.06.00	8345	13.03.00	4.º Of.	
124	Nova Cidade	Conj. Res.	SUHAB	Cidade Nova	5911/98	18.10.99	4714	18.10.99				
125	Nova Friburgo, Jardim	Loteamento	Const. Villa Real Ltda.	Pq.10	0269/76	10.03.71						
126	Nova República I	Loteamento	SUHAB	Japiim		07.01.85						
127	Nova República II	Conj. Hab.	Ipasea	Japiim	705/94	29.06.00	6158	25.04.02				
128	Novo Aleixo	Loteamento	Vieiralves Imob. Ltda	Cidade Nova	1428/92	04.11.92	2244	16.06.94	8883	04.04.95	4.º Of.	
129	Novo Horizonte	Loteamento	Manoel Domingos Sávio Mouco	Pq.10	1944/85	10.06.85						

LISTA DOS LOTEAMENTOS APROVADOS
IMPLURB - DIVISÃO DE PARCELAMENTO DO SOLO - DPS

OBSERVAÇÃO: A APROVAÇÃO DOS PROJETOS DE LOTEAMENTOS ESTA SUJEITA AO CUMPRIMENTO DOS ART. 12 (P.U.) e 18 DA LEI FEDERAL N.º 6766/79 E ART. 19 DA LEI MUNICIPAL N.º 665/02, SOB PENA DE CADUCIDADE DA APROVAÇÃO.

N.º	EMPREENHIMENTO	TIPO	PROPRIETÁRIO	BAIRRO	PROC.	APROV.	DECRETO		REGISTRO DE IMÓVEIS		
					Nº	data	Nº	data	Nº	data	Cart.
130	Núcleo Res. Int. Ponta Negra	Loteamento	SHAM	Ponta Negra	3528/86	04.02.87	5652	10.02.87			
131	Oswaldo Frota I e II	Conj. Res.	SHAM	Cidade Nova	2612/92	10.12.93					
132	Ouro Negro, Pq.	Loteamento	Solar - Planejamento e Construção Ltda.	Coroado	446/86 0252/88	24/2/86 03/02/88	5427	15.08.86			
133	Ouro Verde	Conj. Res.	Solo Planejamento	Alvorada	4213/85	10.10.85					
134	Palmeiras	Loteamento	Const. Futura-Const. e Empre.Ltda	São José	6113/99	17.10.00	5149	23.08.00			
135	Palmeiras I, Pq. das	Loteamento	Const. Raiol Ltda	Flores	1566/97	30.10.98	4272	04//08/98			
136	Paraíso Tropical	Loteamento	Mervyn Lowe	Tarumã	0788/87 3465/90 (mod.)	08/02/90 31/12/90 (mod.)	6948 373(mod.)	05/03/90 18/12/90			
137	Parque dos Buritis	Loteamento	Prefeitura Municipal de Manaus	Santa Etelvina	398/06	15.05.06					
138	Paulo VI	Conj. Res.	Hexágono Const. Ltda	Petrópolis	1880/82	15.09.82					
139	Petro	Conj. Hab.	Const. A Gaspar Ltda	Aleixo	1138/79	18.06.79					
140	Pindorama	Conj. Res.	Poliedro Const. Ltda	Pq.10		17.02.78					
141	Piorini, Rio (núcleos I, II, III e IV)	Loteamento	Francisco Moreira de Souza	Colônia Terra Nova	2575/92	16.03.93	1440	15.04.93			

LISTA DOS LOTEAMENTOS APROVADOS
IMPLURB - DIVISÃO DE PARCELAMENTO DO SOLO - DPS

OBSERVAÇÃO: A APROVAÇÃO DOS PROJETOS DE LOTEAMENTOS ESTA SUJEITA AO CUMPRIMENTO DOS ART. 12 (P.U.) e 18 DA LEI FEDERAL N.º 6766/79 E ART. 19 DA LEI MUNICIPAL N.º 665/02, SOB PENA DE CADUCIDADE DA APROVAÇÃO.

N.º	EMPREENHIMENTO	TIPO	PROPRIETÁRIO	BAIRRO	PROC.	APROV.	DECRETO		REGISTRO DE IMÓVEIS		
					Nº	data	Nº	data	Nº	data	Cart.
142	Portal do Japão	Loteamento	Natsuko Ohara	Pq.10	1485/96	04.08.98	4270	04.08.98		APROVAÇÃO CADUCOU	
143	Portal do Sol	Loteamento	Salomar Costa Teixeira	Cidade Nova		22.04.86					
144	Portinari	Loteamento	PROHISA- Proj. Hid. Sanit. Ltda.	Tarumã	6311/99	14.12.01	5857 6518	10/10/01 13/11/02			
145	Porto Marina Tauá	Loteamento	S.B. Móveis	Tarumã	3611/86	18.12.87	5628	09.01.87	17.752	18.05.87	3.º Of.
146	Presidente Lula	Loteamento	SUHAB	Distrito Industrial (Expansão)	1855/04	08.07.05	7975 DOM 1278	08/07/05 12/07/05			
147	Pro-Morar Alvorada	Loteamento	SHAM	Alvorada	2053/92	08.11.00					
148	Recreio Canaã	Loteamento	José Raphael Siqueira Filho	Colônia Terra Nova	1482/89	30.05.90	101	26.06.90	827	19.08.99	1.º Of.
149	Renato Souza Pinto	Conj. Hab.	SHAM	Cidade Nova	1462/86	10.07.91	7785	23.02.05			
150	Renato Souza Pinto II	Conj. Hab.	SHAM	Cidade Nova	590/89	29.09.93					
151	Retiro Marcilene	Loteamento	Marcilene Moveis Ltda	Tarumã	1771/82	06.07.81 29/12/05(Mod.)	2697 8244	23/07/81 29/12/05			
152	Riacho Doce II e III	Loteamento	SUHAB	Cidade Nova	1353/99 e 6630/00	27.03.01	5525	27.03.01			
153	Ribeiro Júnior	Conj. Res.	SHAM	Cidade Nova	0515/88	07.06.88	1423 7782(repub.)	02/04/93 23/02/05	38.601		1.º Of.

LISTA DOS LOTEAMENTOS APROVADOS
IMPLURB - DIVISÃO DE PARCELAMENTO DO SOLO - DPS

OBSERVAÇÃO: A APROVAÇÃO DOS PROJETOS DE LOTEAMENTOS ESTA SUJEITA AO CUMPRIMENTO DOS ART. 12 (P.U.) e 18 DA LEI FEDERAL N.º 6766/79 E ART. 19 DA LEI MUNICIPAL N.º 665/02, SOB PENA DE CADUCIDADE DA APROVAÇÃO.

N.º	EMPREENHIMENTO	TIPO	PROPRIETÁRIO	BAIRRO	PROC.	APROV.	DECRETO		REGISTRO DE IMÓVEIS		
					Nº	data	Nº	data	Nº	data	Cart.
154	Rio Maracanã	Conj. Res.	Concic Engenharia S/A	Flores	3320/91	16.02.91	548	22.04.91			
155	Rio Rei, Pq. Res.	Loteamento	Sócrates Bonfim	Tarumã	0374/82	30.03.82					
156	Rio Xingu	Conj. Res.	Arca - Arq. e Const. do Am. Ltda.	Compensa		15.02.82					
157	Rios II, Pq. - Jardim Anne Holanda	Loteamento	Holanda Gomes Const. Ltda.	Aleixo	717/81-DCU	REVALIDADO EM 10/08/81					
158	Rouxinol, Pq.	Loteamento	Juvêncio Vitorino Menezes	Aleixo	3309/83	06.01.84	4655	10.05.85			
159	Sabiá, Pq. Res.	Conj. Res.	Planecon	D. Pedro	3741/87	25.11.87					
160	Samambaias I, Pq. das		Constecca Const. Emp. e Partc. Ltda	Flores	1646/95	11/05/83 29/01/93					
161	Samambaias II, Pq. das	Loteamento	Gouveia Eng ^a . Ltda	Pq.10		11.05.88	3182	12.01.96			
162	Santa Rita	Loteamento	Francisco Carneiro	Coroado	4108/96	27.07.91	5619	30.05.01	6447	13.11.01	4.º Of.
163	Santos Dumont (Pq. das Seringueiras)	Conj. Res.	Const. A Gaspar Ltda	Bairro da Paz	5726/77	27/11/78 25/05/83	1373	08.02.79			
164	São Cristovão		COSTECCA	Aleixo	2258/83	25.05.84	4209	08.08.84			
165	São José Operário (1ª Etapa)	Loteamento	Urbam	São José	2404/92	10.11.92	1262	11.11.92	2878	20.05.94	4.º Of.

LISTA DOS LOTEAMENTOS APROVADOS
IMPLURB - DIVISÃO DE PARCELAMENTO DO SOLO - DPS

OBSERVAÇÃO: A APROVAÇÃO DOS PROJETOS DE LOTEAMENTOS ESTA SUJEITA AO CUMPRIMENTO DOS ART. 12 (P.U.) e 18 DA LEI FEDERAL N.º 6766/79 E ART. 19 DA LEI MUNICIPAL N.º 665/02, SOB PENA DE CADUCIDADE DA APROVAÇÃO.

N.º	EMPREENHIMENTO	TIPO	PROPRIETÁRIO	BAIRRO	PROC.	APROV.	DECRETO		REGISTRO DE IMÓVEIS		
					Nº	data	Nº	data	Nº	data	Cart.
166	São José Operário (2ª Etapa A e B)	Loteamento	Urbam	São José	2426/92	13.11.92	1263 1573	11/11/92 16/06/93	8446	30.03.94	4.º Of.
167	São Nicolau	Loteamento	Akel Nicolau Akel	Colonia Terra Nova	1780/93	02.02.93	1378 1766 2566	11/03/93 28/10/93 17/11/194			
168	Sargentos e Sub Tenente	Conj. Hab.	Planecom - Plan. Emp. Const. Ltda	Flores	3587/91	02/12/88 21/02/92(mod.)	6390	02.12.88			
169	Sergio Pessoa Neto	Conj. Res.	SHAM	Cidade Nova	2612/92	10.12.93					
170	Sol Morar	Conj. Hab.	Agro-Pecuária Triângulo Ltda.	Aleixo	0261/85	01.02.85					
171	Solar das Flores	Lot. Residenc	Arlene Lima Mathias	Flores	0543/94	20.04.94	2342	02.08.94			
172	Tiradentes	Conj. Res.	Certam- Com Eng. Ltda	Aleixo	0142/78	08/02/79 08/08/84	1372	08.02.79	2098	19.12.95	1.º Of.
173	Tocantins	Conj. Res.	Cooperativa	Chapada		17.08.83					
174	Tropical, Pq.		COHAB- AM	Pq.10	1917/70	24.03.72					
175	Uchoa, Res.	Loteamento	Hamilton Justino do Amaral	Aleixo	0007/03	15.04.04	7247	15.04.04			
176	Vale do Sinai	Loteamento	Plínio Ramos Coelho	Cidade Nova	2309/92	25.06.99	4442	28.12.98			
177	Via Veneto	Conj. Res.	Qualit Engª. Ltda.	Flores	0841/91	17/11/88 17/4/91	6402 0628	09/12/88 13/06/91			

LISTA DOS LOTEAMENTOS APROVADOS
IMPLURB - DIVISÃO DE PARCELAMENTO DO SOLO - DPS

OBSERVAÇÃO: A APROVAÇÃO DOS PROJETOS DE LOTEAMENTOS ESTA SUJEITA AO CUMPRIMENTO DOS ART. 12 (P.U.) e 18 DA LEI FEDERAL N.º 6766/79 E ART. 19 DA LEI MUNICIPAL N.º 665/02, SOB PENA DE CADUCIDADE DA APROVAÇÃO.

N.º	EMPREENHIMENTO	TIPO	PROPRIETÁRIO	BAIRRO	PROC.	APROV.	DECRETO		REGISTRO DE IMÓVEIS			
					Nº	data	Nº	data	Nº	data	Cart.	
178	Vila Municipal		SIHABAM	Adrianópolis		08/10/71 30/10/75						
179	Vila Verano	Conj. Res.	Casa Const. Hab. e Arq. Ltda.	Aleixo		14.11.77						
180	Villa da Barra	Conj. Res.	SUHAB	Cidade Nova	0178/97	21.01.00	48328	21.01.00				
181	Villa do Rei	Conj. Res.	Const. Villa Real Ltda	Pq.10		06.07.76						
182	Villa Nova	Lot. Residenc	SUHAB	Cidade Nova	888/98	14.02.00	4845	27.01.00				
183	Villa Real	Conj. Hab.	SUHAB	Cidade Nova	177/97	14.02.00	4844 e 5810	27/01/00 13/09/01	12135	17.09.04	4.º Of.	
184	Villa Rica I	Conj. Hab.	SUHAB	Cidade Nova	0176/97	04.02.00	4851 5803	04/02/00 11/09/01	1231	28.08.00	4.º Of.	
185	Villar Câmara	Conj. Res.	Certam- Com. Eng. Ltda	Aleixo		12.06.80						
186	Vista Bela	Conj. Res.	IPASEA / Arca - Arq. e Const. do Am. Ltda.		5466/78	01.07.80	1931	23.04.80				
187	Vivenda Campestre, Res.	Loteamento	Assoc. dos Serv. Cívicos do Brasil	Tarumã	2031/82	15.08.84						
188	Vivenda do Pontal	Loteamento	Eletroferro	Tarumã		21.10.82						
189	Yael	Conj. Res.	SIGMA - Eng.e Comércio Ltda	Flores	2712/89	28.12.89						
190												
191												

ANEXO 10

Dados das voçorocas por Platôs

VOÇOROCAS DE MANAUS - PLATÔ 1o BIS (Amv)

ORD.	NUM.	VOÇOROCA	COMP.	LARG.	AREA	PROF.	VOLUME	VALOR m2	DANOS ÁREA	ÁREA ABRANGÊNCIA	DANOS ÁREA DE ABRANGÊNCIA	VALOR CONTENÇÃO		
5	5	CIRMMAN 1	24,0	6,6	158,4	11,0	1742,4	79,42	12580,13	633,6	50320,51	9504,00		
6	6	CIRMMAN 2	112,5	2,4	270,0	1,7	459,0	79,42	21443,40	1080,0	85773,60	16200,00		
7	7	CIRMMAN 3	79,0	8,5	671,5	2,8	1880,2	79,42	53330,53	2686,0	213322,12	40290,00		
8	8	CIRMMAN 4	84,5	2,5	211,3	3,5	735,2	79,42	16777,48	845,0	67109,90	12675,00		
9	9	CIRMMAN 5	208,8	4,5	939,6	1,8	1691,3	79,42	74623,03	3758,4	298492,13	56376,00		
					Média									
							2250,8	x	6508,0	x	178754,57	9003,0	715018,26	135045,00

VOÇOROCAS DE MANAUS - PLATÔ NORTE

ORD.	NUM.	VOÇOROCA	COMP.	LARG.	AREA	PROF.	VOLUME	VALOR m2	DANOS ÁREA	ÁREA ABRANGÊNCIA	DANOS ÁREA DE ABRANGÊNCIA	VALOR CONTENÇÃO		
1	1	Canaranas 1	104,9	18,6	1951,1	5,5	10731,3	32,65	63704,72	7804,6	254818,88	117068,40		
2	2	Canaranas 2	28,0	29,2	817,6	4,2	3433,9	32,65	26694,64	3270,4	106778,56	49056,00		
3	3	Canaranas 3	14,0	4,0	56,0	3,0	168,0	32,65	1828,40	224,0	7313,60	3360,00		
4	4	Canaranas 4	72,0	21,0	1512,0	14,5	21924,0	32,65	49366,80	6048,0	197467,20	90720,00		
49	49	J.Paulo II-1	41,3	6,3	260,2	2,7	702,5	32,65	8495,20	1040,8	33980,81	15611,40		
50	50	J.Paulo II-2	154,6	5,0	772,9	2,8	2125,5	32,65	25235,19	3091,6	100940,74	46374,00		
60	60	Tarumã 1	100,0	40,0	4000,0	12,6	50400,0	8,45	33800,00	16000,0	135200,00	240000,00		
61	61	Tarumã 2	25,8	8,0	206,4	5,0	1032,0	8,45	1744,08	825,6	6976,32	12384,00		
62	62	Tarumã 3	15,0	21,0	315,0	5,8	1827,0	8,45	2661,75	1260,0	10647,00	18900,00		
63	63	Tarumã 4	24,0	6,0	144,0	8,0	1152,0	8,45	1216,80	576,0	4867,20	8640,00		
64	64	Tarumã 5	95,0	8,0	760,0	1,9	1406,0	8,45	6422,00	3040,0	25688,00	45600,00		
65	65	Tarumã 6	44,0	6,5	286,0	3,0	858,0	8,45	2416,70	1144,0	9666,80	17160,00		
66	66	Tarumã 7	38,0	4,3	161,5	5,7	920,6	8,45	1364,68	646,0	5458,70	9690,00		
67	67	Tarumã 8	12,5	15,9	198,8	5,1	1013,6	8,45	1679,44	795,0	6717,75	11925,00		
68	68	Tarumã 9	15,0	17,0	255,0	5,0	1275,0	8,45	2154,75	1020,0	8619,00	15300,00		
69	69	Torquato 1	8,4	7,5	62,6	2,9	181,6	8,45	529,18	250,5	2116,73	3757,50		
70	70	Torquato 2	14,2	5,2	73,1	3,5	256,0	8,45	617,95	292,5	2471,79	4387,80		
85	85	C.Deus1	37,0	19,7	728,9	11,0	8017,9	32,65	23798,59	2915,6	95194,34	43734,00		
86	86	C.Deus2	12,0	5,0	60,0	3,0	180,0	32,65	1959,00	240,0	7836,00	3600,00		
87	87	M.Teixeira1	24,9	13,0	323,7	1,4	462,9	21,46	6946,60	1294,8	27786,41	19422,00		
88	88	M.Teixeira2	12,4	10,3	127,1	1,5	190,7	21,46	2727,57	508,4	10910,26	7626,00		
89	89	M.Teixeira3	9,7	5,5	53,4	2,2	117,4	21,46	1144,89	213,4	4579,56	3201,00		
90	90	M.Teixeira4	21,0	13,5	283,5	5,5	1559,3	21,46	6083,91	1134,0	24335,64	17010,00		
91	91	M.Teixeira5	8,8	3,8	33,3	1,9	63,2	21,46	713,55	133,0	2854,18	1995,00		
					Total									
							13442,0	x	109998,2	Total	273306,37	53768,1	1093225,48	806522,10

VOÇOROCAS DE MANAUS - PLATÔ LESTE

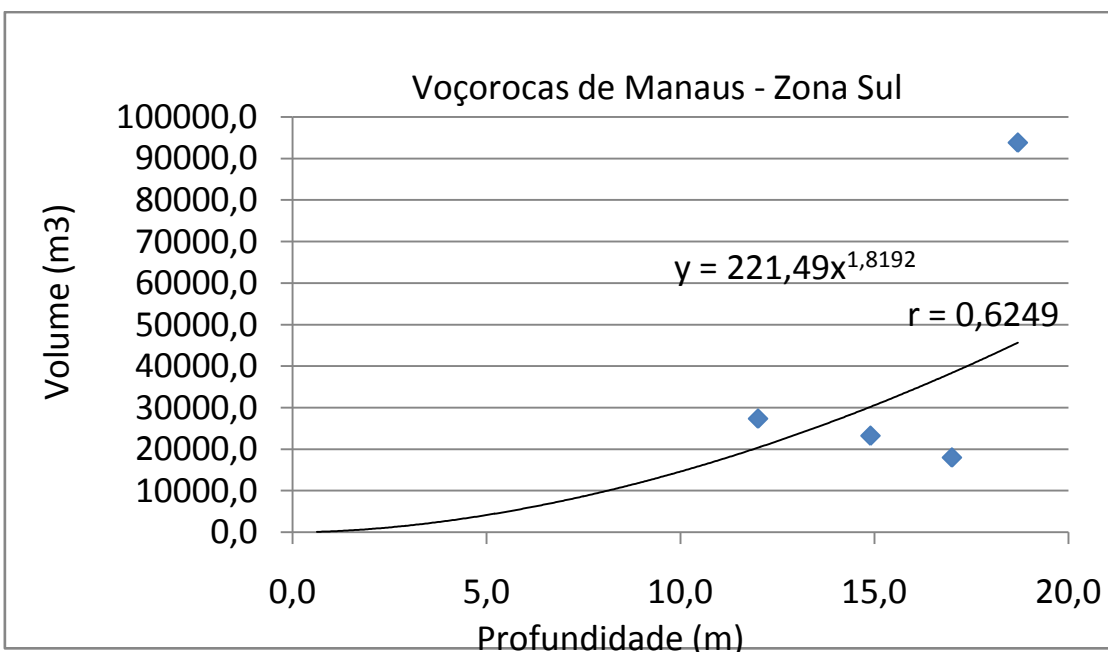
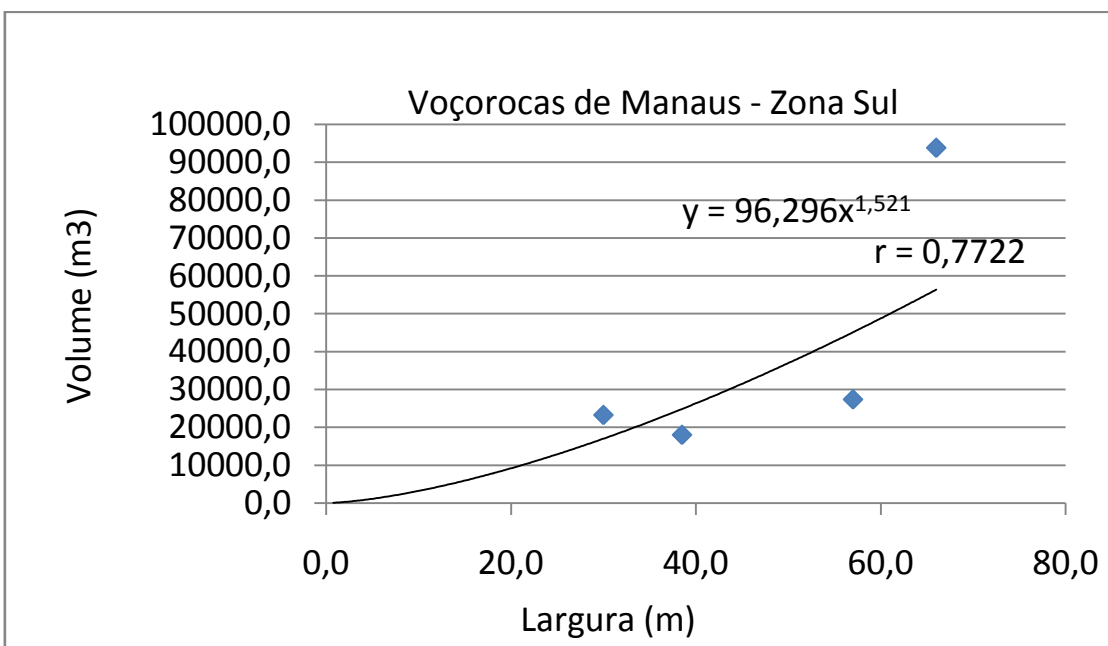
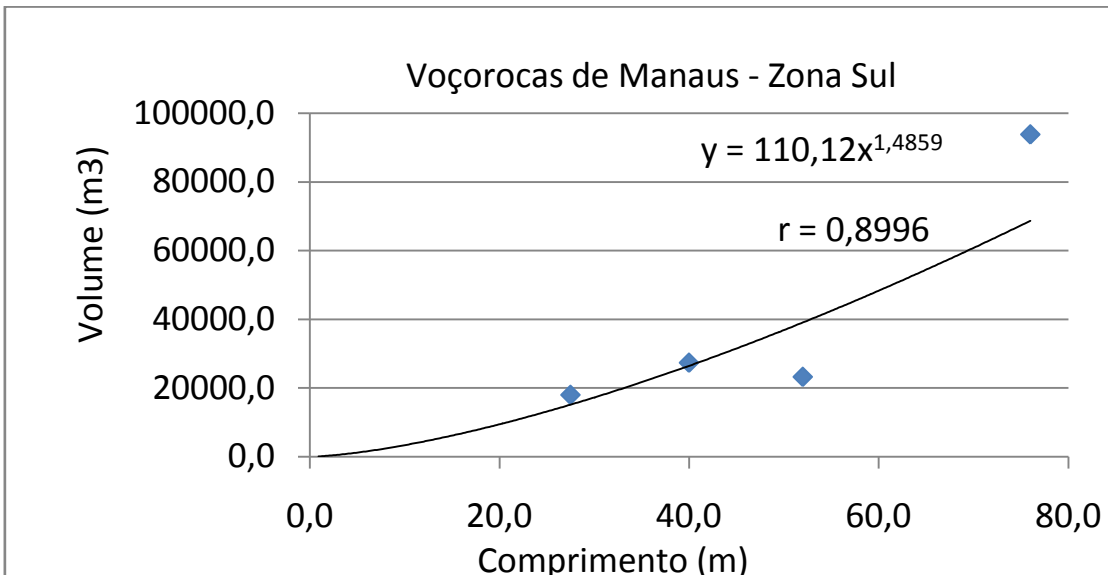
ORD.	NUM.	VOÇOROCA	COMP.	LARG.	AREA	PROF.	VOLUME	VALOR m2	DANOS ÁREA	ÁREA ABRANGÊNCIA	DANOS ÁREA DE ABRANGÊNCIA	VALOR CONTENÇÃO
10	10	COBAL	52,0	30,0	1560,0	14,9	23244,0	55,83	87094,80	6240,0	348379,20	93600,00
11	11	Distrito 1	145,0	43,5	6307,5	14,2	89566,5	68,55	432379,13	25230,0	1729516,50	378450,00
12	12	Distrito 2	35,5	27,6	979,8	8,5	8328,3	68,55	67165,29	3919,2	268661,16	58788,00
13	13	Distrito 3	47,0	54,6	2566,2	30,8	79039,0	68,55	175913,01	10264,8	703652,04	153972,00
14	14	Distrito 4	37,0	25,5	943,5	23,0	21700,5	68,55	64676,93	3774,0	258707,70	56610,00
15	15	Distrito 5	47,0	26,5	1245,5	25,1	31299,4	68,55	85379,03	4982,0	341516,10	74730,00
16	16	Distrito 6	74,0	43,9	3245,6	22,5	73026,9	68,55	222488,62	12982,6	889954,49	194738,40
17	17	Distrito 7	26,5	27,0	715,5	15,0	10732,5	68,55	49047,53	2862,0	196190,10	42930,00
18	18	Distrito 8	59,0	4,5	265,5	4,6	1221,3	68,55	18200,03	1062,0	72800,10	15930,00
19	19	Distrito 9	100,0	17,5	1750,0	9,8	17150,0	68,55	119962,50	7000,0	479850,00	105000,00
20	20	Distrito 10	77,0	12,7	977,9	8,4	8165,5	68,55	67035,05	3911,6	268140,18	58674,00
21	21	Distrito 11	37,0	27,3	1010,1	15,0	15151,5	68,55	69242,36	4040,4	276969,42	60606,00
22	22	Distrito 12	15,0	6,1	91,5	6,3	576,5	68,55	6272,33	366,0	25089,30	5490,00
23	23	Distrito 13	71,0	9,7	688,7	6,7	4614,3	68,55	47210,39	2754,8	188841,54	41322,00
24	24	Distrito 14	75,5	104,0	7852,0	9,8	77106,6	68,55	538254,60	31408,0	2153018,40	471120,00
25	25	Distrito 15	24,0	34,5	828,0	4,4	3643,2	68,55	56759,40	3312,0	227037,60	49680,00
26	26	Distrito 16	56,5	5,9	333,4	5,6	1866,8	68,55	22851,14	1333,4	91404,57	20001,00
27	27	Distrito 17	28,0	7,5	210,0	8,3	1732,5	68,55	14395,50	840,0	57582,00	12600,00
28	28	Distrito 18	41,9	24,0	1004,6	7,0	7032,5	68,55	68868,07	4018,6	275472,29	60278,40
29	29	Distrito 19	27,0	13,7	369,9	4,9	1812,5	68,55	25356,65	1479,6	101426,58	22194,00
30	30	Distrito 20	80,0	48,0	3840,0	13,2	50688,0	68,55	263232,00	15360,0	1052928,00	230400,00
31	31	Distrito 21	41,1	13,0	534,3	5,1	2741,0	68,55	36626,27	2137,2	146505,06	32058,00
32	32	Distrito 22	36,0	7,4	267,1	9,2	2444,1	68,55	18311,08	1068,5	73244,30	16027,20
33	33	Distrito 23	40,0	20,0	800,0	11,0	8800,0	68,55	54840,00	3200,0	219360,00	48000,00
34	34	Distrito 24	200,0	5,0	1000,0	4,3	4300,0	68,55	68550,00	4000,0	274200,00	60000,00
35	35	Distrito 25	44,0	19,0	836,0	7,4	6186,4	68,55	57307,80	3344,0	229231,20	50160,00
36	36	Distrito 26	52,0	19,0	988,0	14,7	14523,6	68,55	67727,40	3952,0	270909,60	59280,00
37	37	Distrito 27	100,0	50,0	5000,0	21,0	105000,0	68,55	342750,00	20000,0	1371000,00	300000,00
38	38	G.Vitória 1	70,0	30,0	2100,0	17,0	35700,0	39,75	83475,00	8400,0	333900,00	126000,00
39	39	G.Vitória 2	70,0	20,0	1400,0	13,0	18200,0	39,75	55650,00	5600,0	222600,00	84000,00
40	40	G.Vitória 3	60,0	18,0	1080,0	15,5	16740,0	39,75	42930,00	4320,0	171720,00	64800,00
41	41	G.Vitória 4	60,0	16,0	960,0	10,0	9600,0	39,75	38160,00	3840,0	152640,00	57600,00
42	42	J.Paulo 1-1	50,0	50,0	2500,0	16,0	40000,0	19,85	49625,00	10000,0	198500,00	150000,00
43	43	J.Paulo 2-1	43,0	28,0	1204,0	15,8	19023,2	19,85	23899,40	4816,0	95597,60	72240,00
44	44	J.Paulo 2-2	70,0	50,0	3500,0	24,5	85750,0	19,85	69475,00	14000,0	277900,00	210000,00

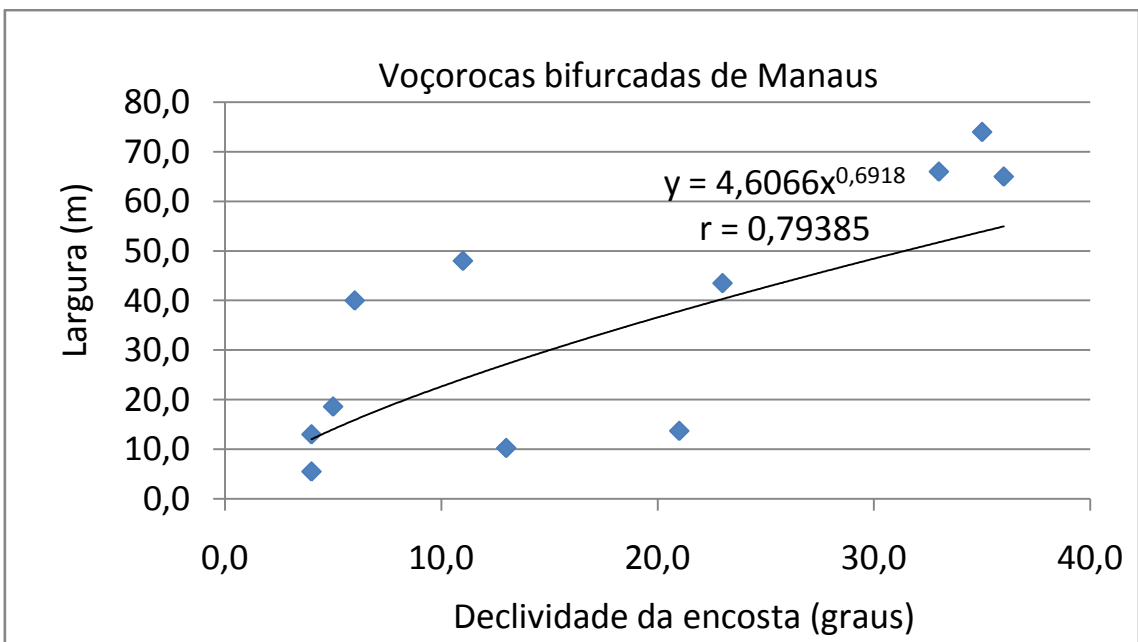
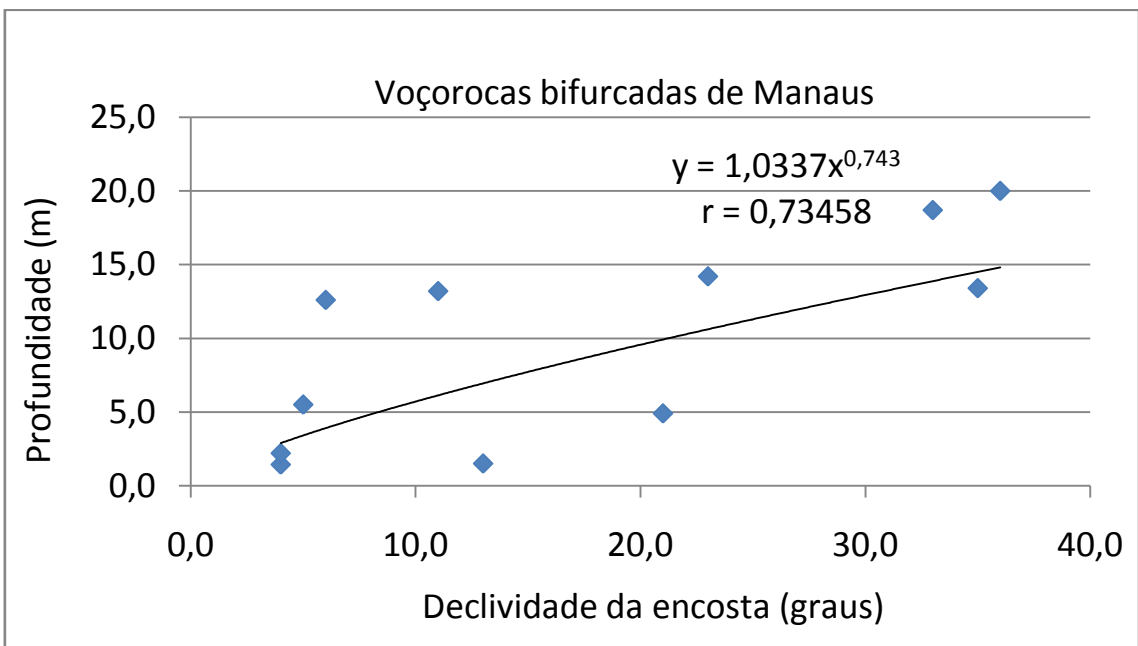
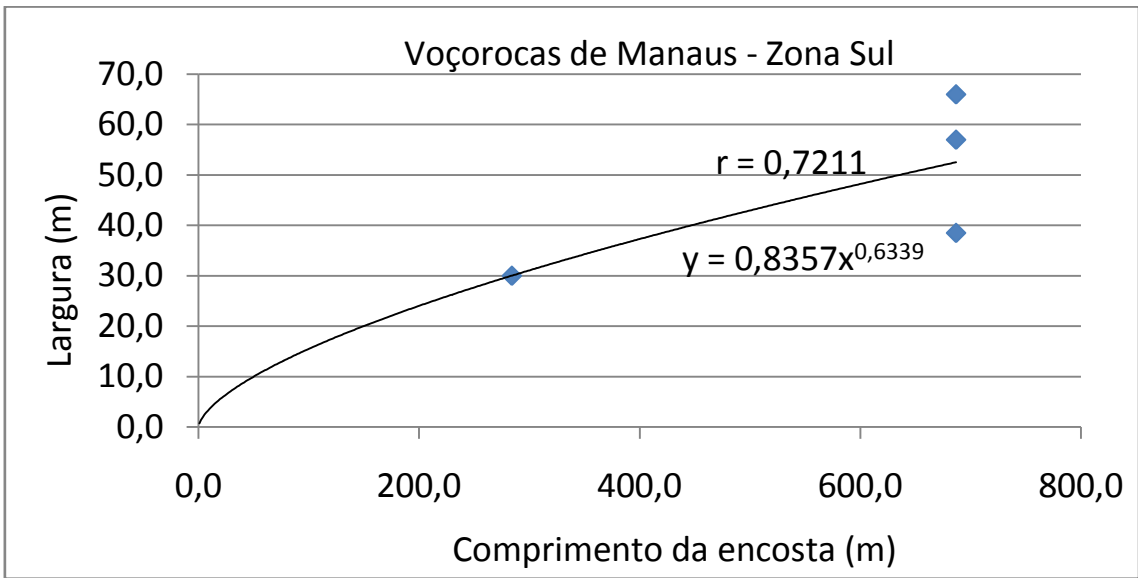
45	45	J.Paulo 2-3	65,0	21,5	1397,5	14,0	19565,0	19,85	27740,38	5590,0	110961,50	83850,00
46	46	J.Paulo 2-4	60,0	40,0	2400,0	15,5	37200,0	19,85	47640,00	9600,0	190560,00	144000,00
47	47	J.Paulo 2-5	50,0	43,8	2190,0	6,5	14235,0	19,85	43471,50	8760,0	173886,00	131400,00
48	48	J.Teixeira 2-	100,0	70,0	7000,0	18,0	126000,0	19,85	138950,00	28000,0	555800,00	420000,00
51	51	N.Conquista	60,0	43,2	2592,0	12,5	32400,0	19,85	51451,20	10368,0	205804,80	155520,00
52	52	N.Floresta 1	65,0	19,0	1235,0	14,0	17290,0	19,85	24514,75	4940,0	98059,00	74100,00
53	53	Siderama 1	27,5	38,5	1058,8	17,0	17998,8	55,83	59110,01	4235,0	236440,05	63525,00
54	54	Siderama 2	76,0	66,0	5016,0	18,7	93799,2	55,83	280043,28	20064,0	1120173,12	300960,00
55	55	Siderama 3	40,0	57,0	2280,0	12,0	27360,0	55,83	127292,40	9120,0	509169,60	136800,00
56	56	Sta.Inês 1	48,0	34,5	1656,0	18,0	29808,0	19,85	32871,60	6624,0	131486,40	99360,00
57	57	Sta.Inês 2	48,0	25,0	1200,0	18,0	21600,0	19,85	23820,00	4800,0	95280,00	72000,00
58	58	Sta.Inês 3	80,0	26,0	2080,0	19,0	39520,0	19,85	41288,00	8320,0	165152,00	124800,00
59	59	Sta.Inês 4	50,0	15,0	750,0	18,0	13500,0	19,85	14887,50	3000,0	59550,00	45000,00
71	71	Mauazinho 1	80,0	65,0	5200,0	20,0	104000,0	8,93	46436,00	20800,0	185744,00	312000,00
72	72	Mauzinho 2	65,0	32,0	2080,0	13,0	27040,0	8,93	18574,40	8320,0	74297,60	124800,00
73	73	Distrito 28	70,0	26,5	1855,0	28,8	53424,0	68,55	127160,25	7420,0	508641,00	111300,00
74	74	Distrito 29	40,5	19,7	797,9	13,8	11010,3	68,55	54692,62	3191,4	218770,47	47871,00
75	75	Distrito 30	50,5	28,8	1454,4	14,7	21379,7	68,55	99699,12	5817,6	398796,48	87264,00
76	76	Distrito 31	90,0	14,7	1323,0	10,5	13891,5	68,55	90691,65	5292,0	362766,60	79380,00
77	77	Distrito 32	80,0	57,0	4560,0	17,0	77520,0	68,55	312588,00	18240,0	1250352,00	273600,00
78	78	Distrito 33	50,0	34,2	1710,0	12,0	20520,0	68,55	117220,50	6840,0	468882,00	102600,00
79	79	Distrito 34	55,0	25,0	1375,0	28,0	38500,0	68,55	94256,25	5500,0	377025,00	82500,00
80	80	Distrito 35	70,0	24,4	1708,0	20,0	34160,0	68,55	117083,40	6832,0	468333,60	102480,00
81	81	Distrito 36	43,0	12,0	516,0	12,0	6192,0	68,55	35371,80	2064,0	141487,20	30960,00
82	82	Distrito 37	70,0	74,0	5180,0	13,4	69412,0	68,55	355089,00	20720,0	1420356,00	310800,00
83	83	Distrito 38	80,0	45,0	3600,0	28,5	102600,0	68,55	246780,00	14400,0	987120,00	216000,00
84	84	Distrito 39	36,0	3,5	126,0	6,0	756,0	68,55	8637,30	504,0	34549,20	7560,00
			Total		121295,2	X	1967387,9	Total	6148472,16	485180,6	24593888,65	7277709,00

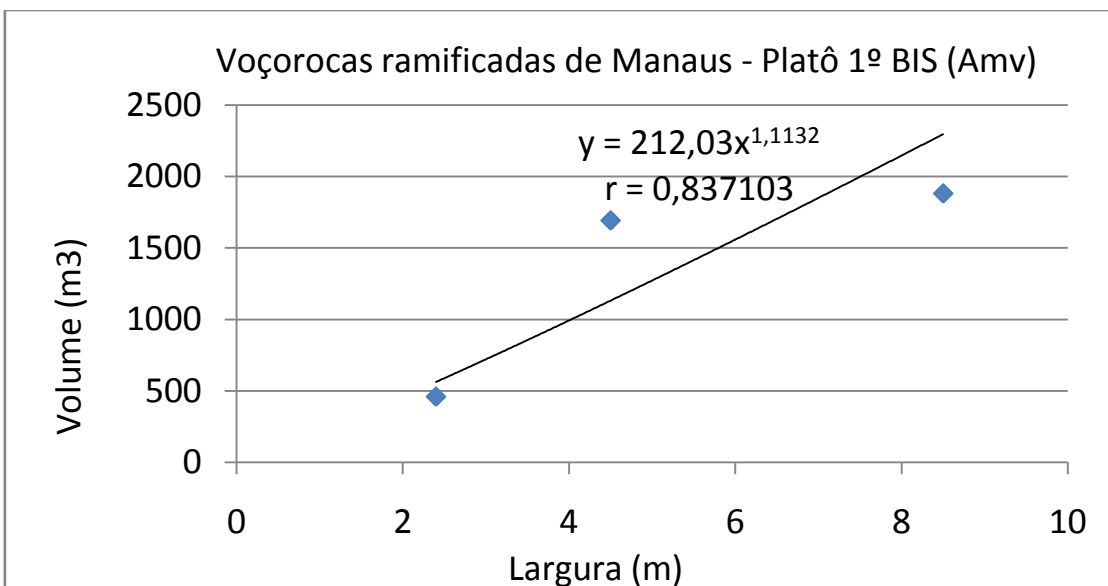
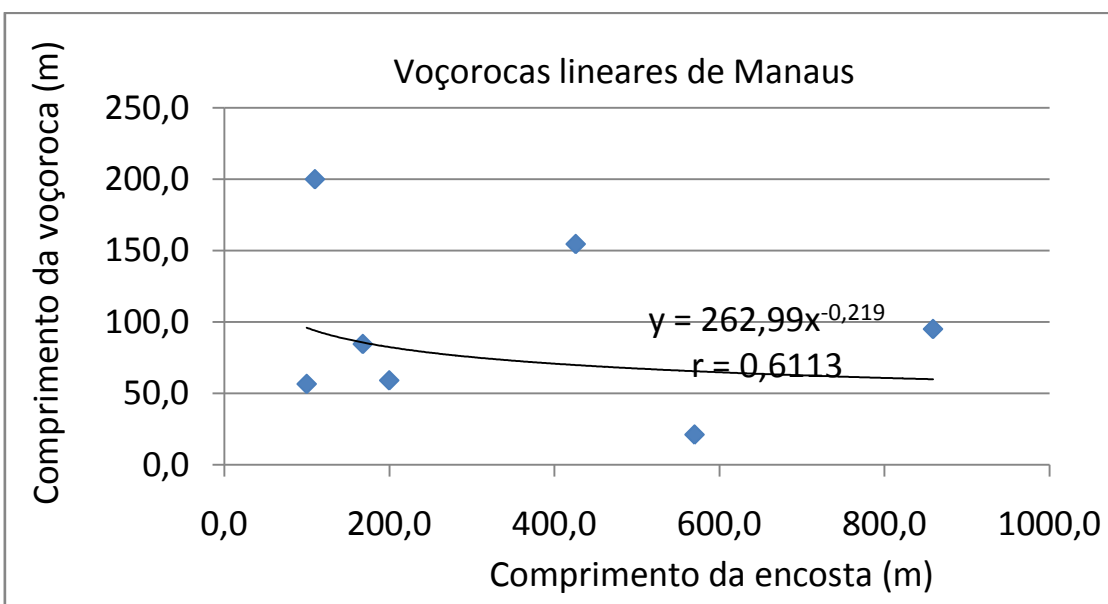
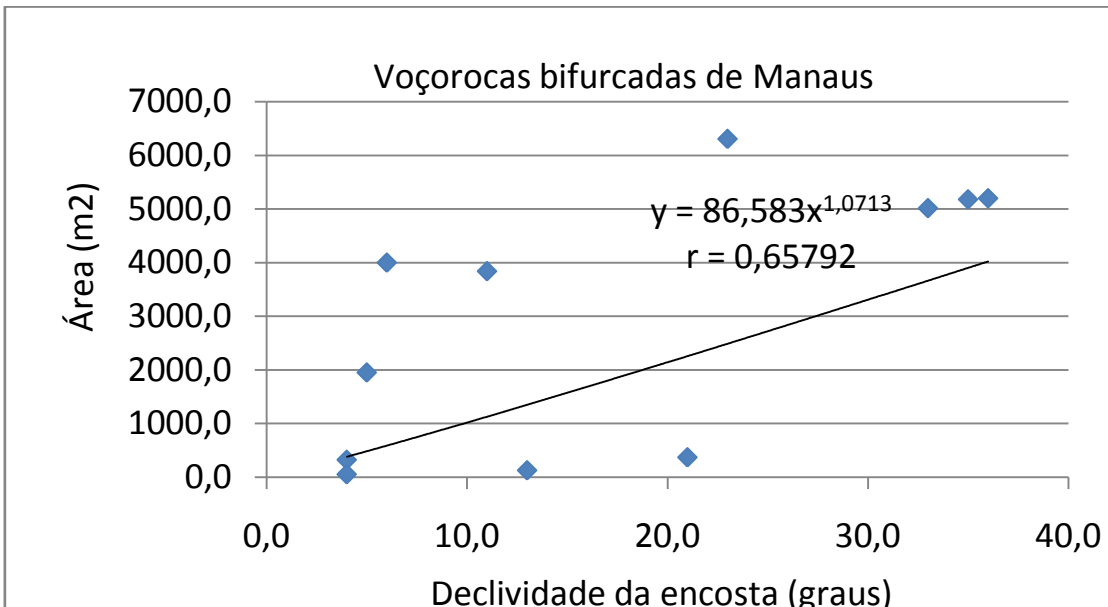
* Área de abrangência em m2.

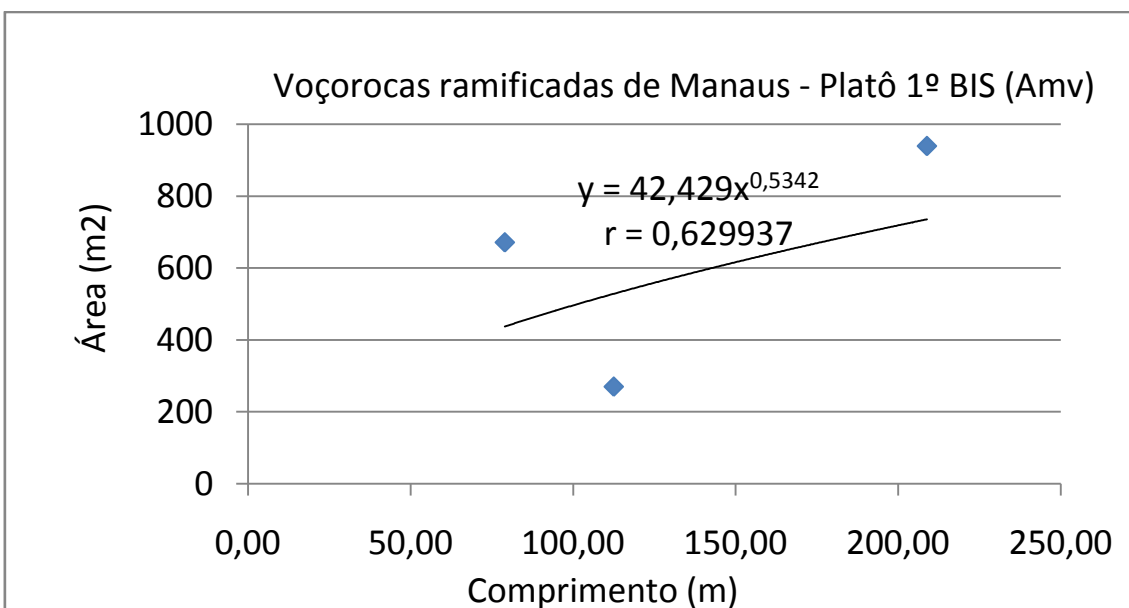
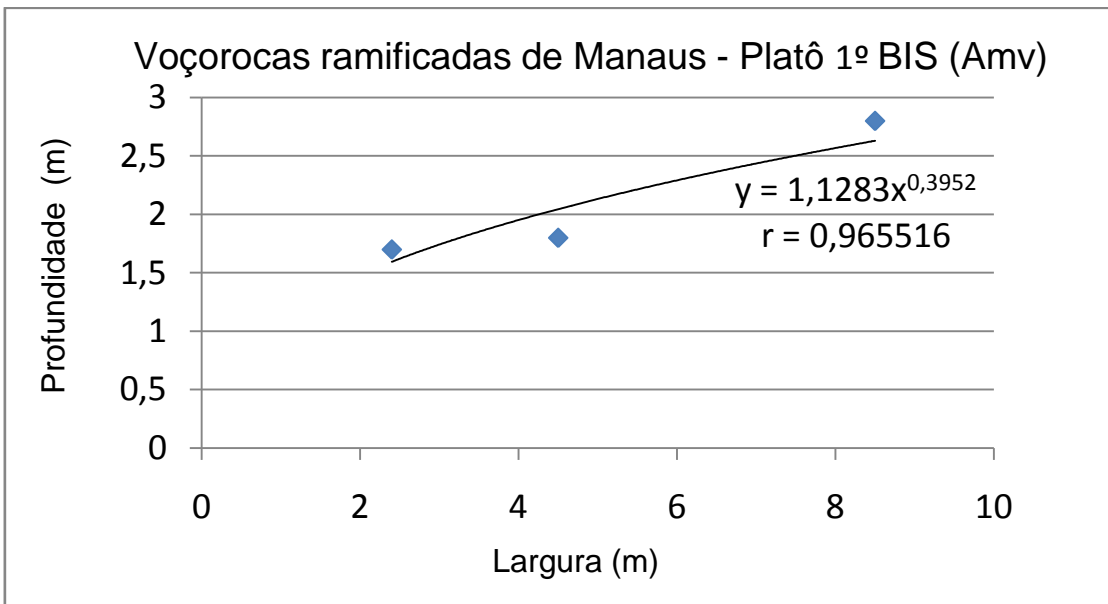
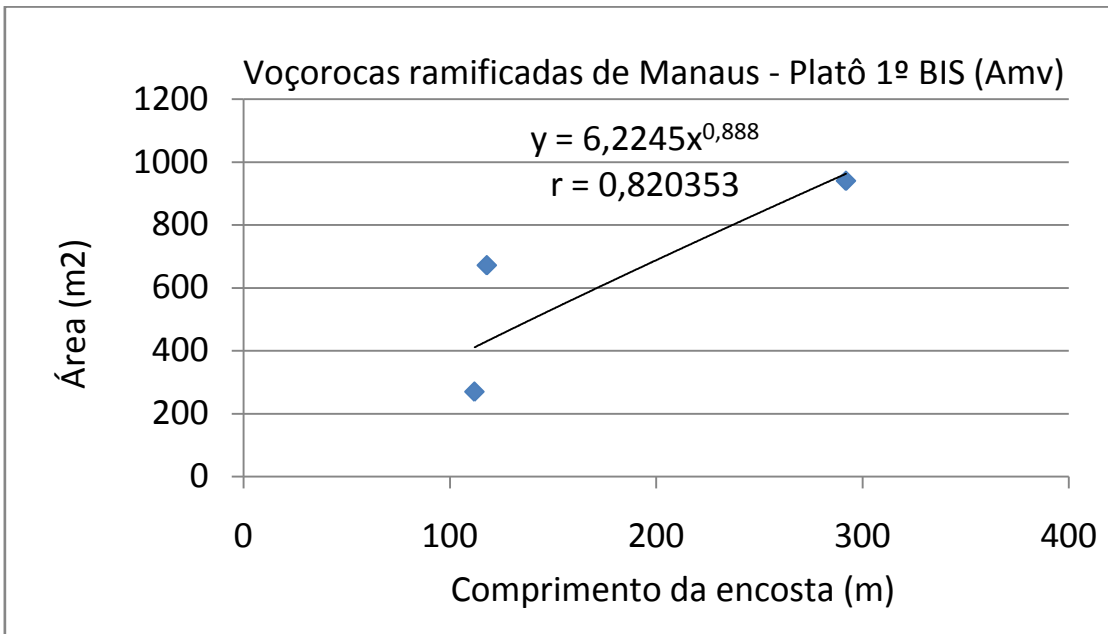
ANEXO 11

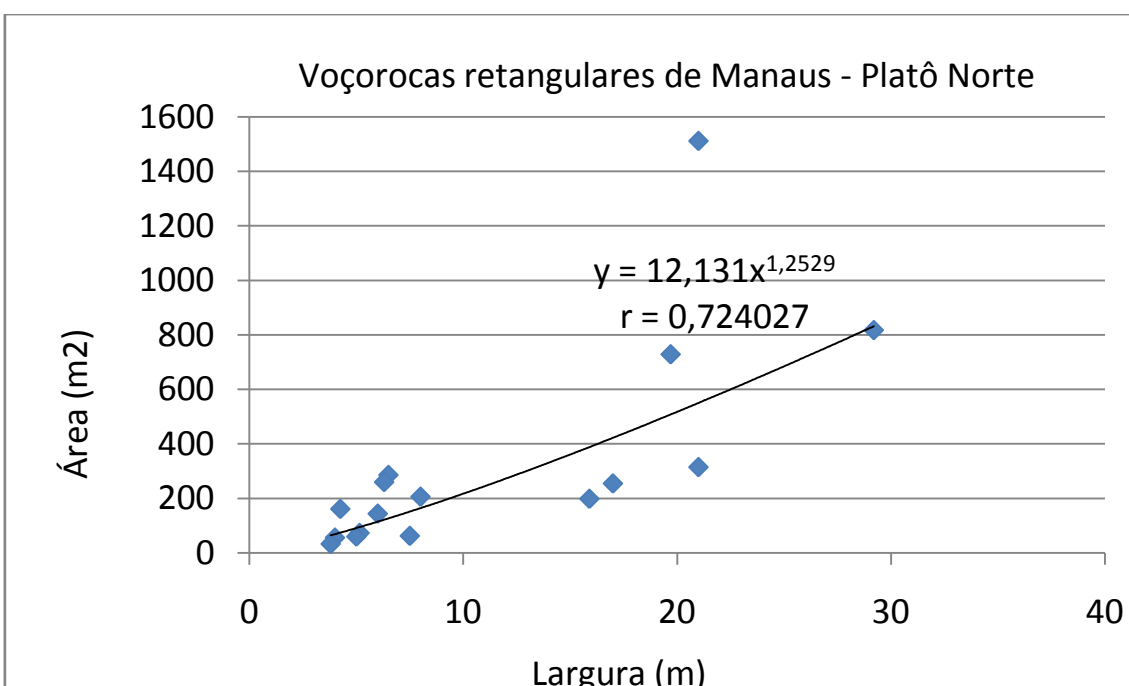
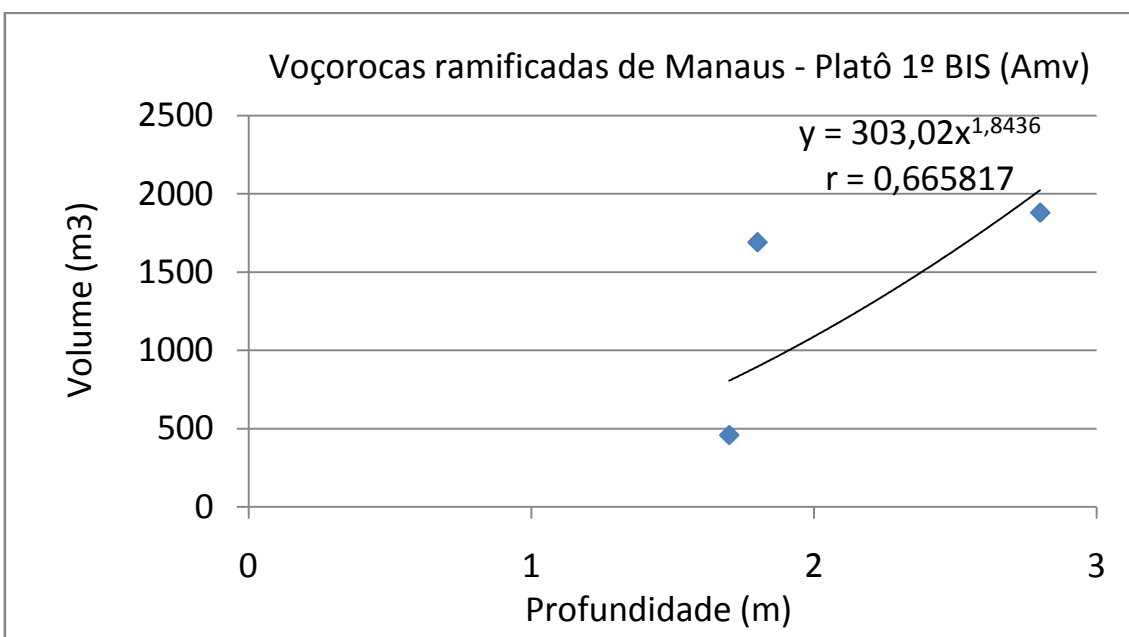
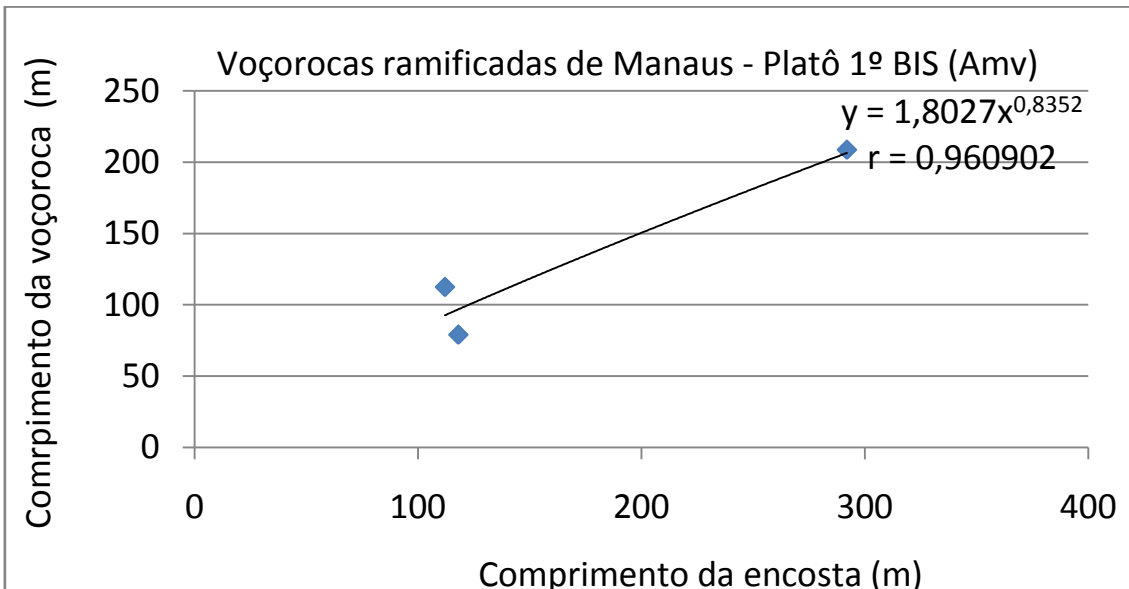
Gráficos de correlações ($r > 0,6$)

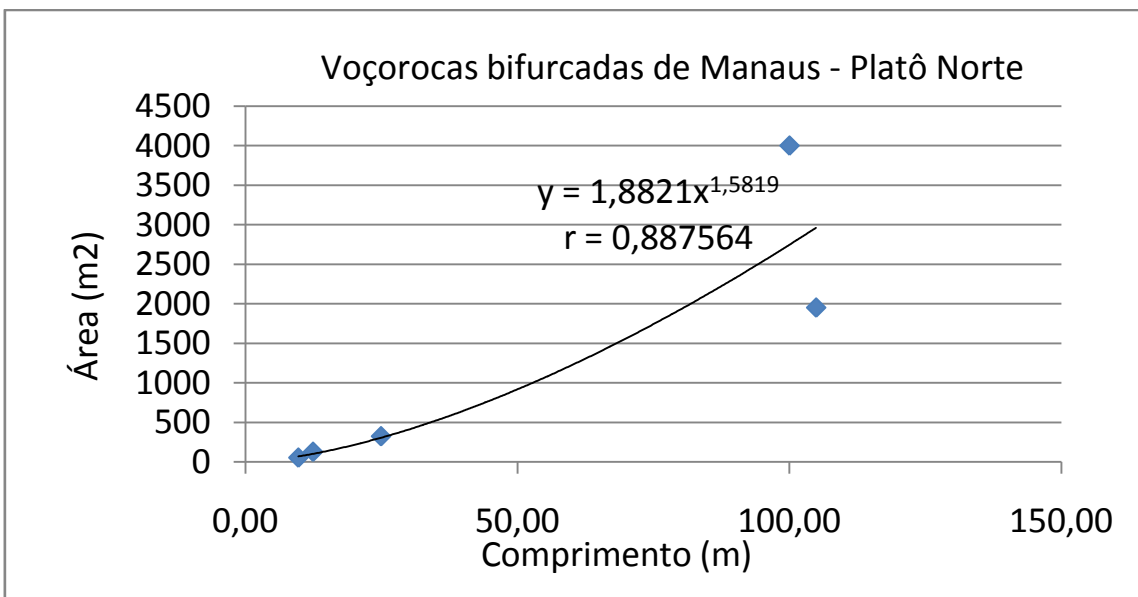
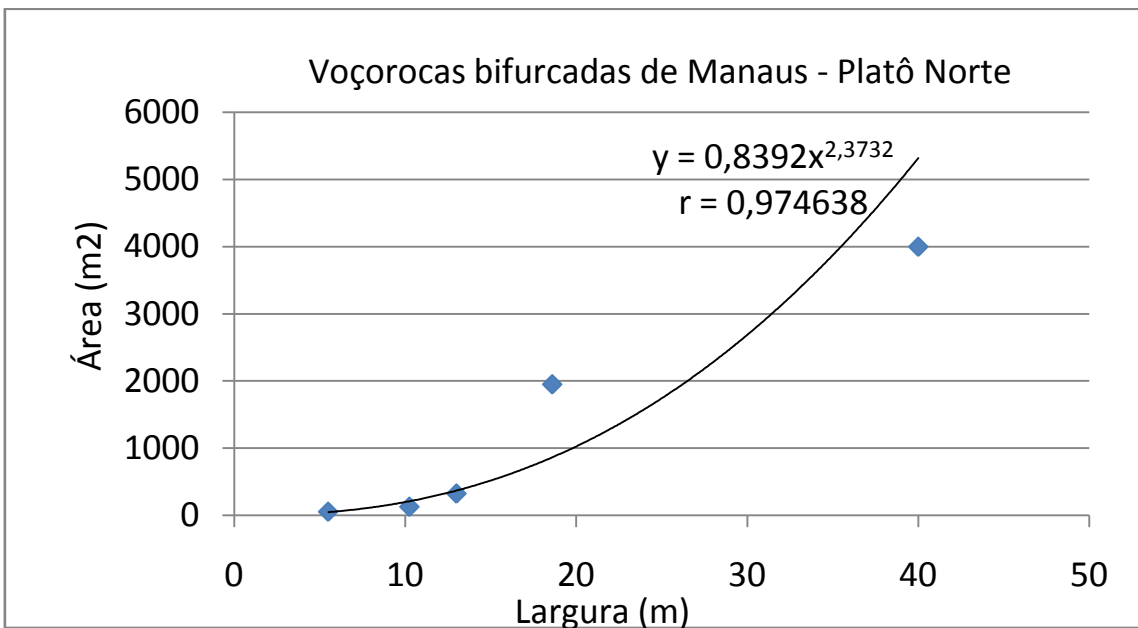
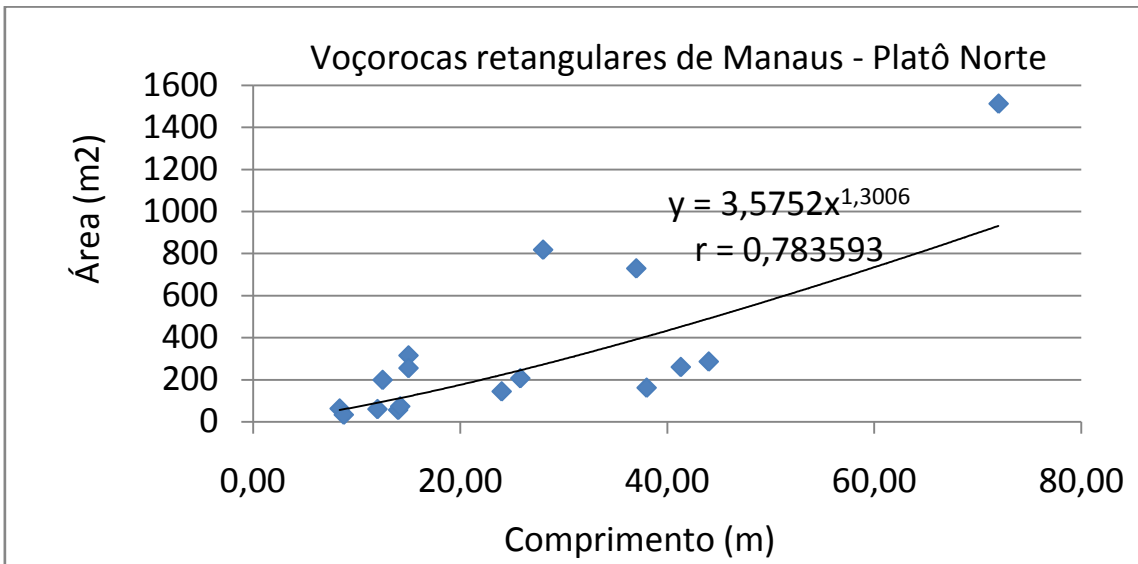


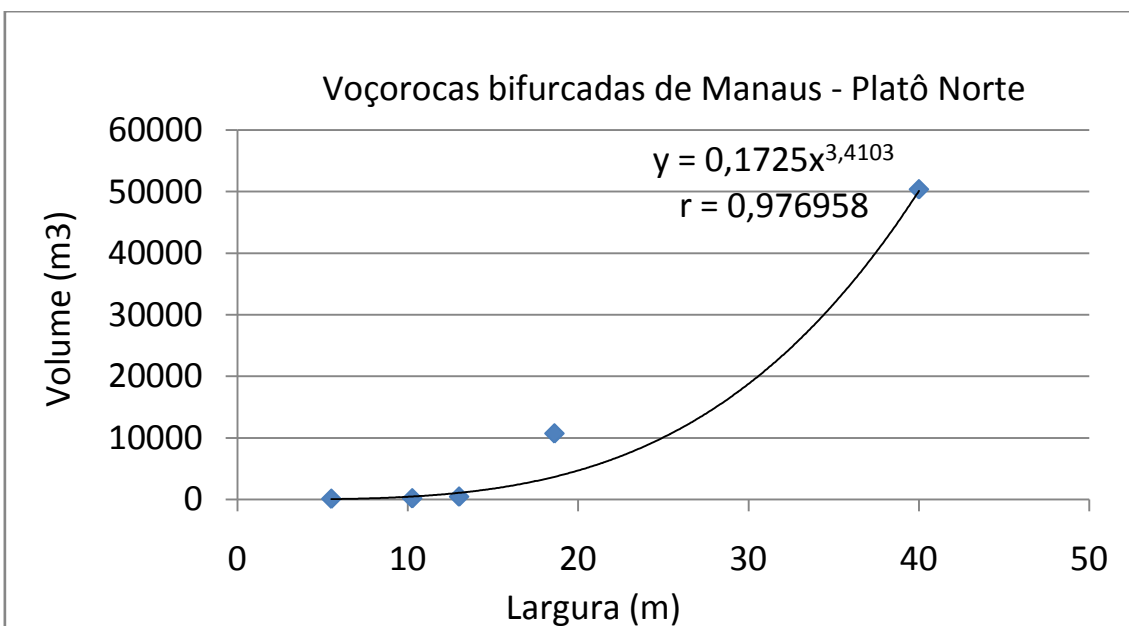
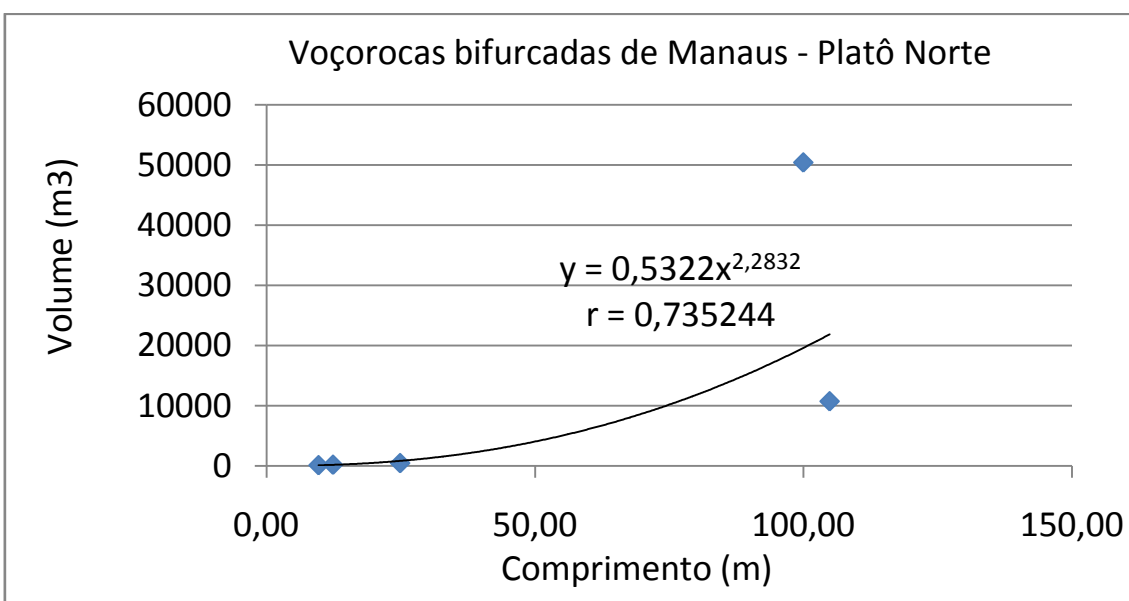
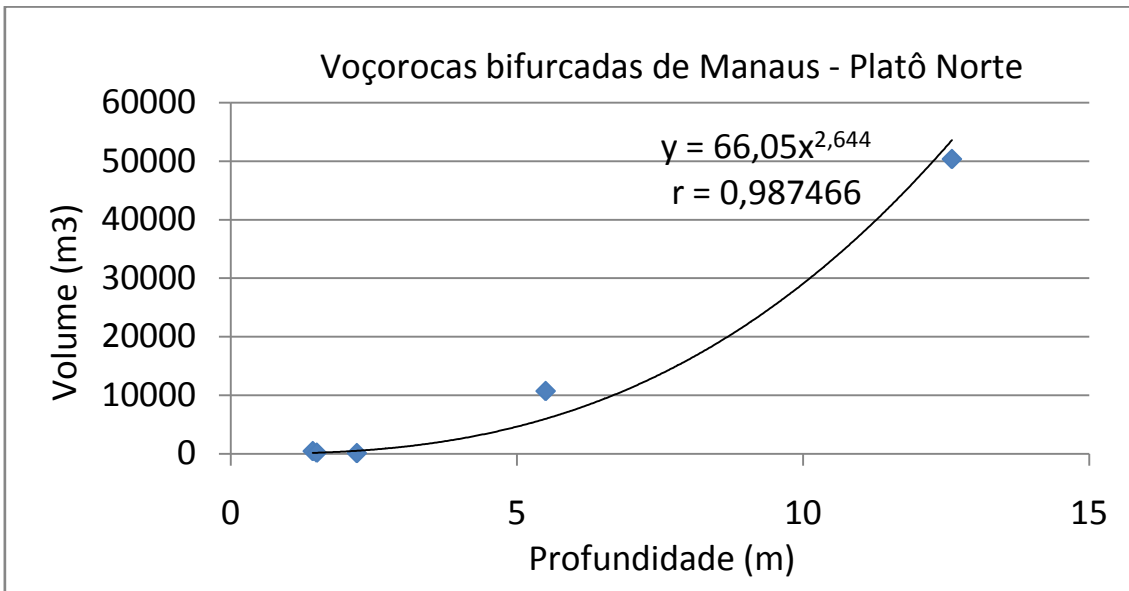


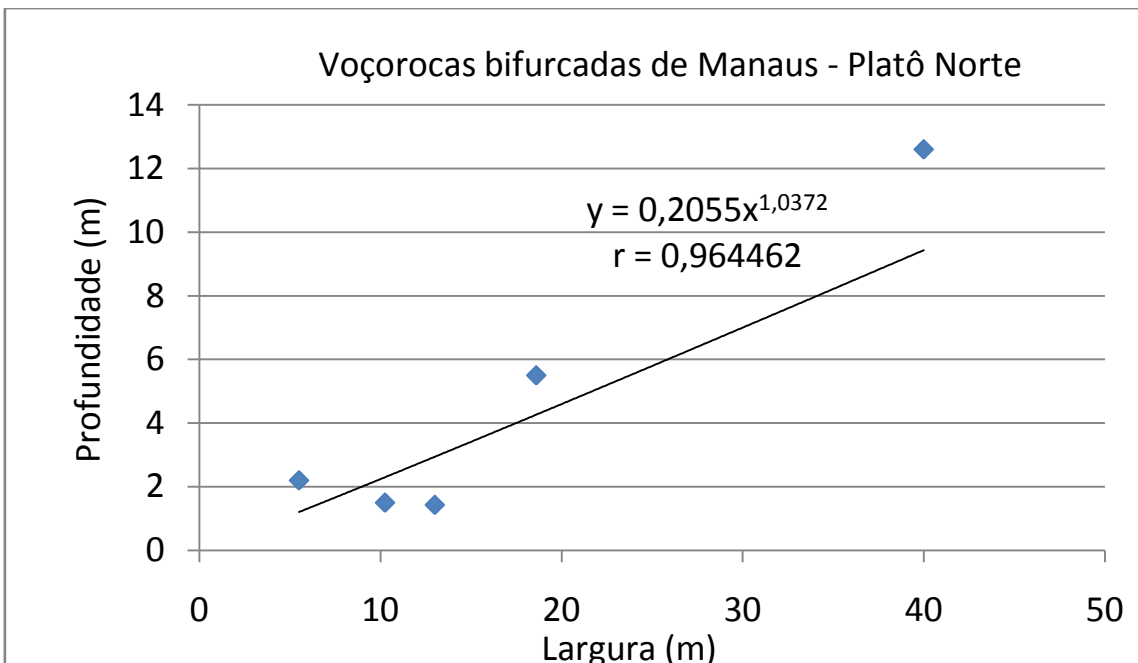
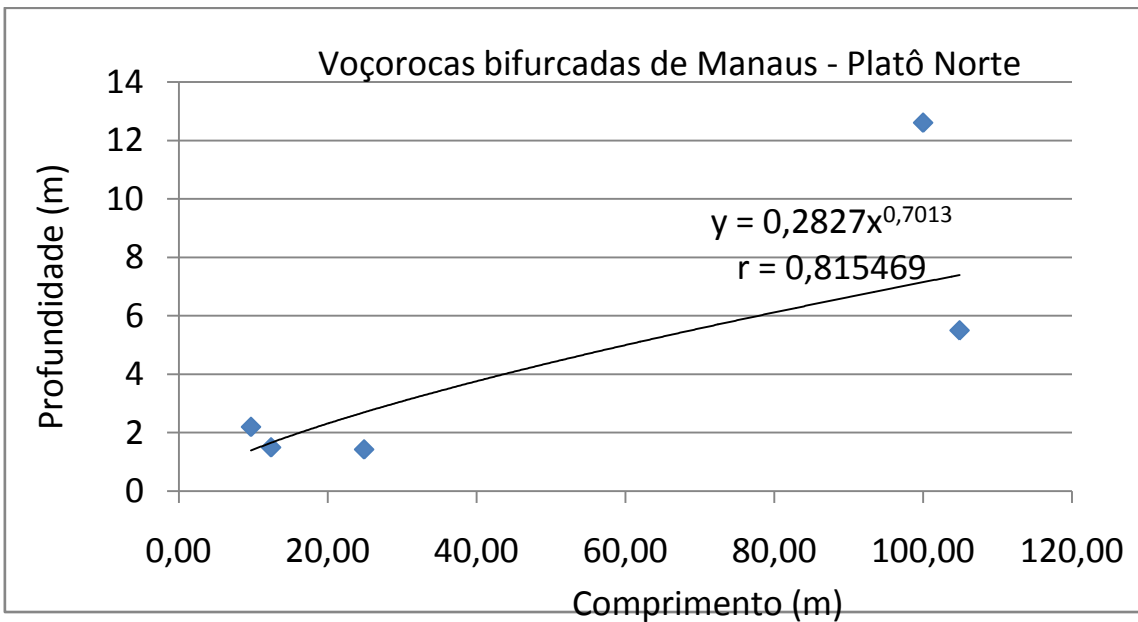
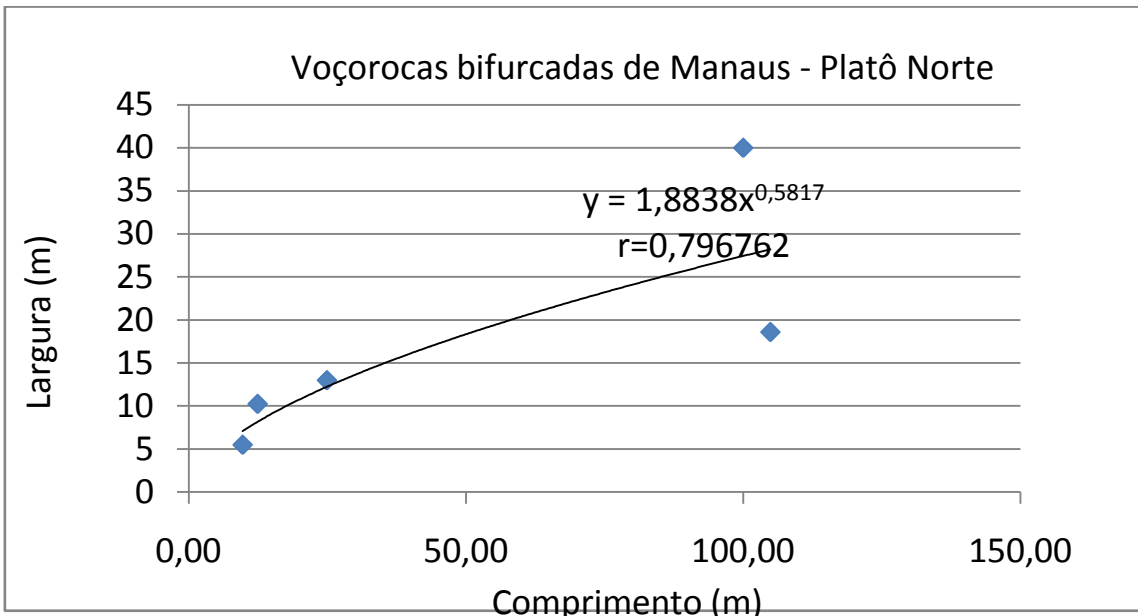


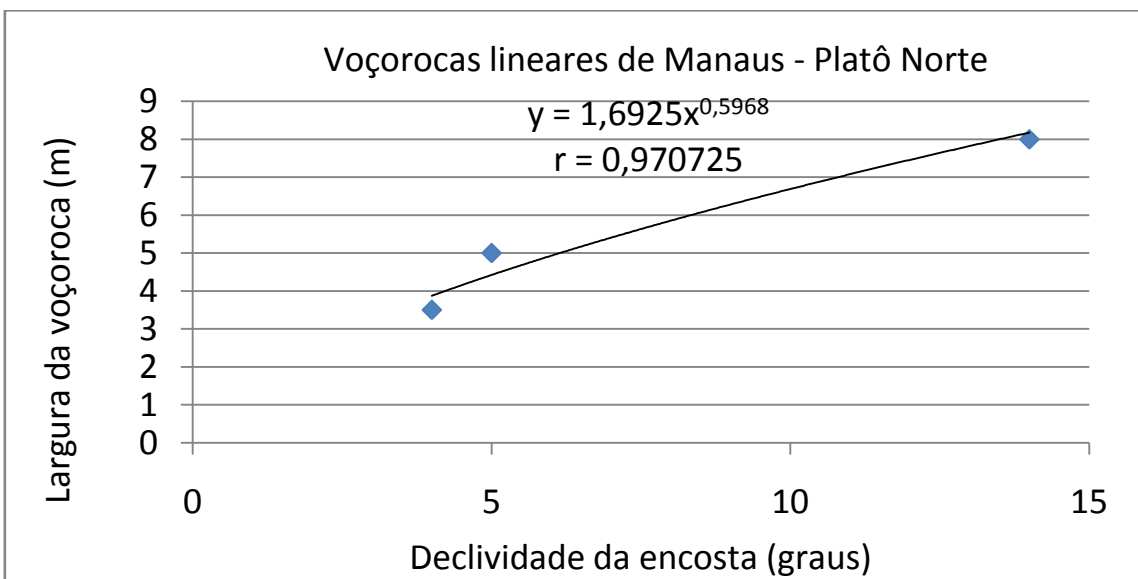
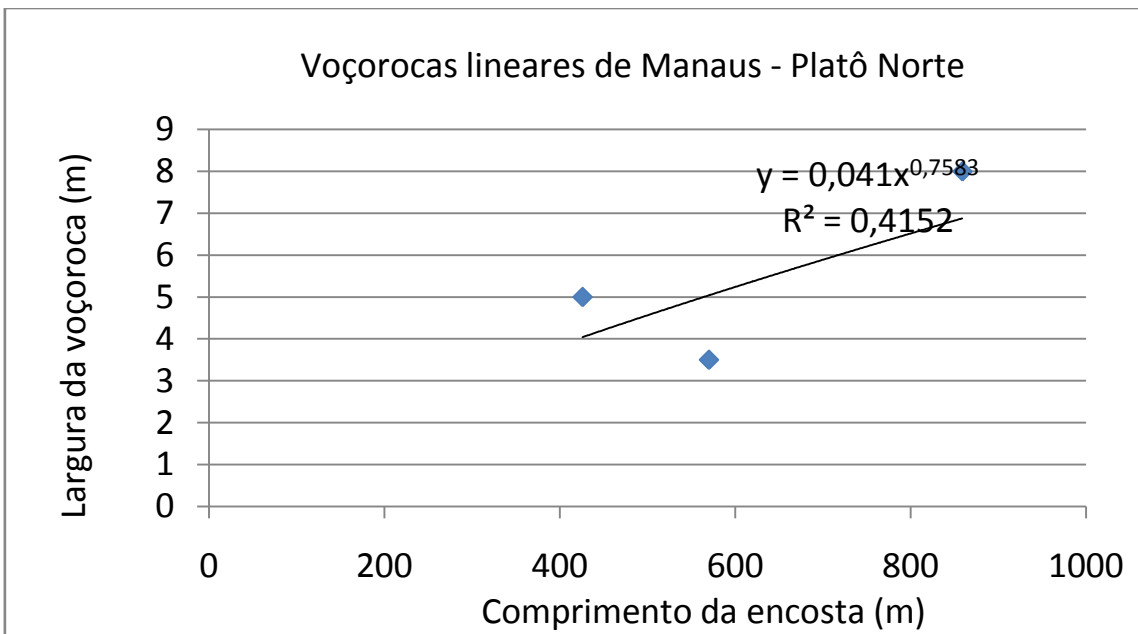
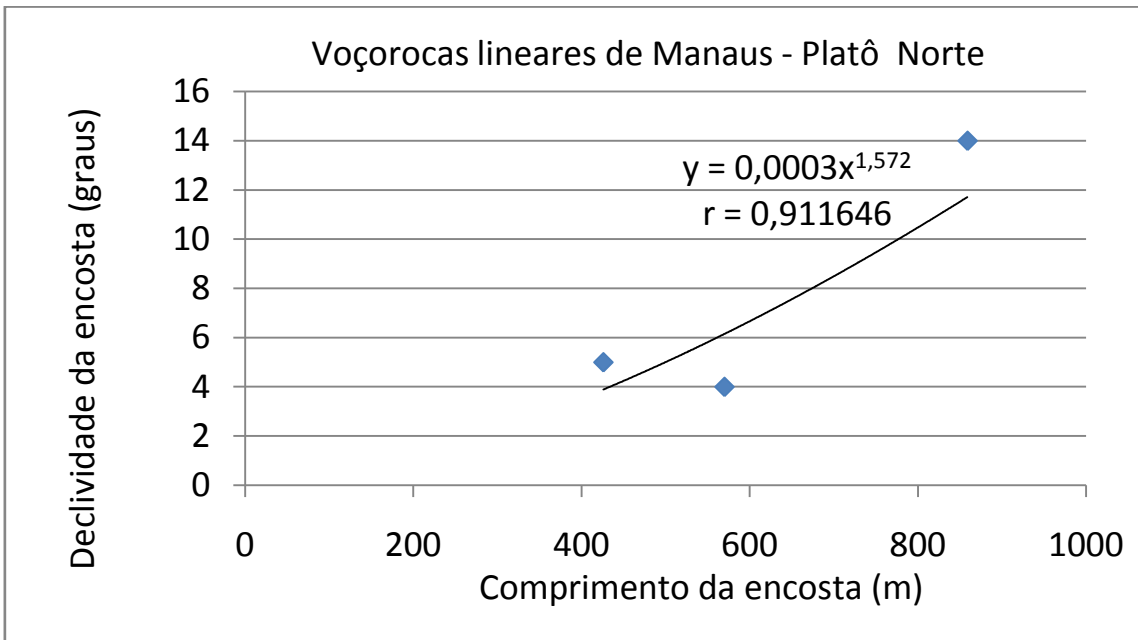


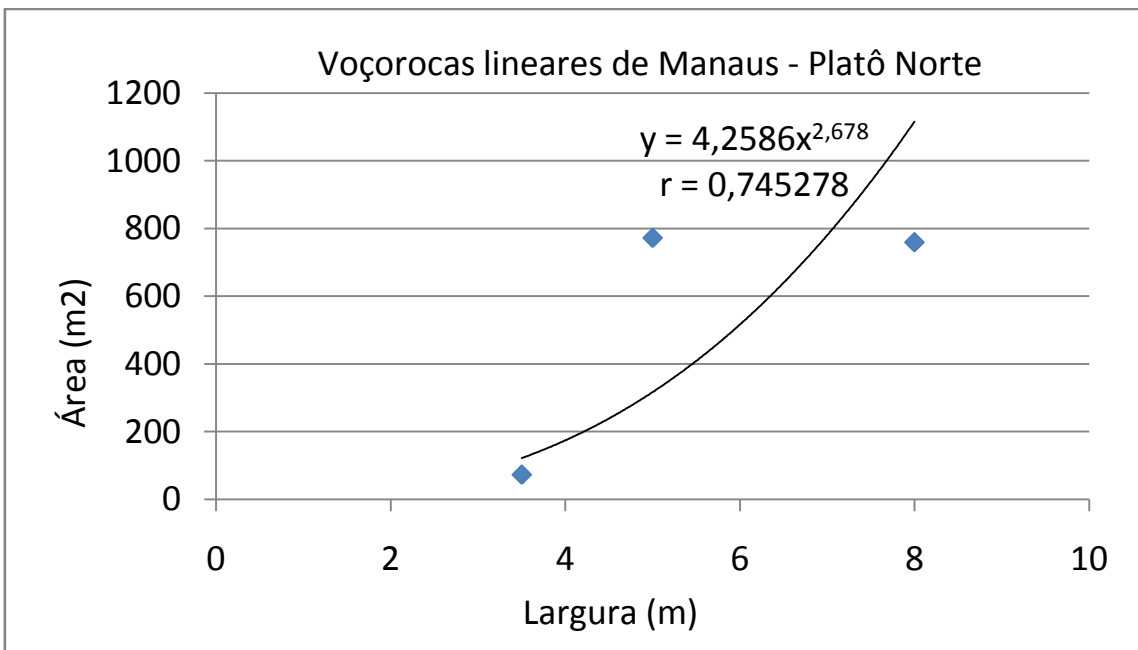
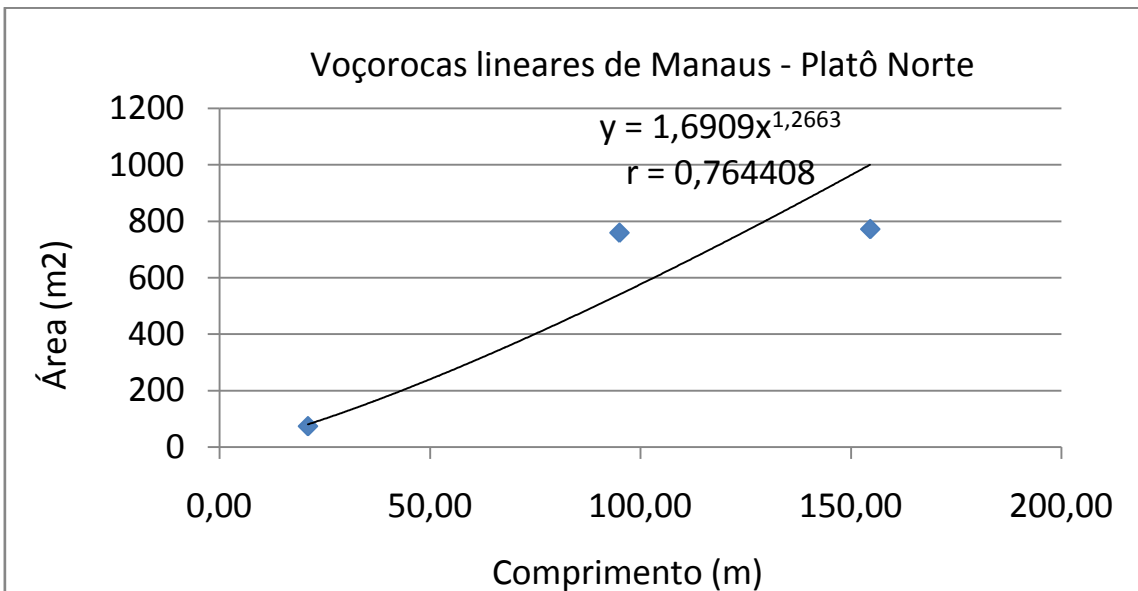
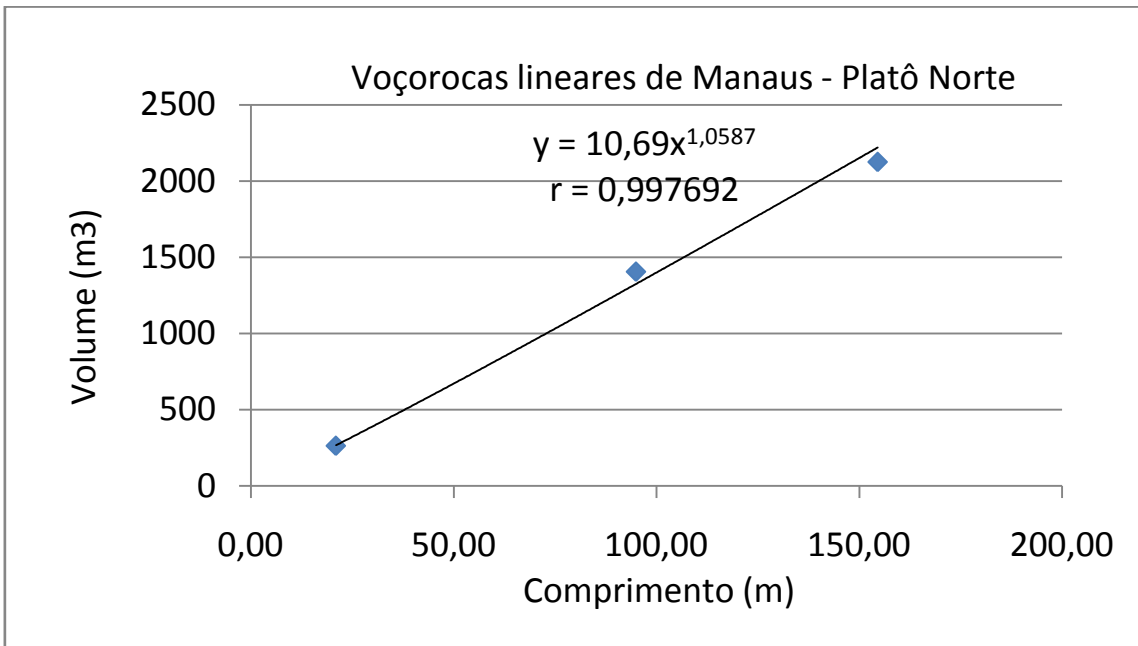


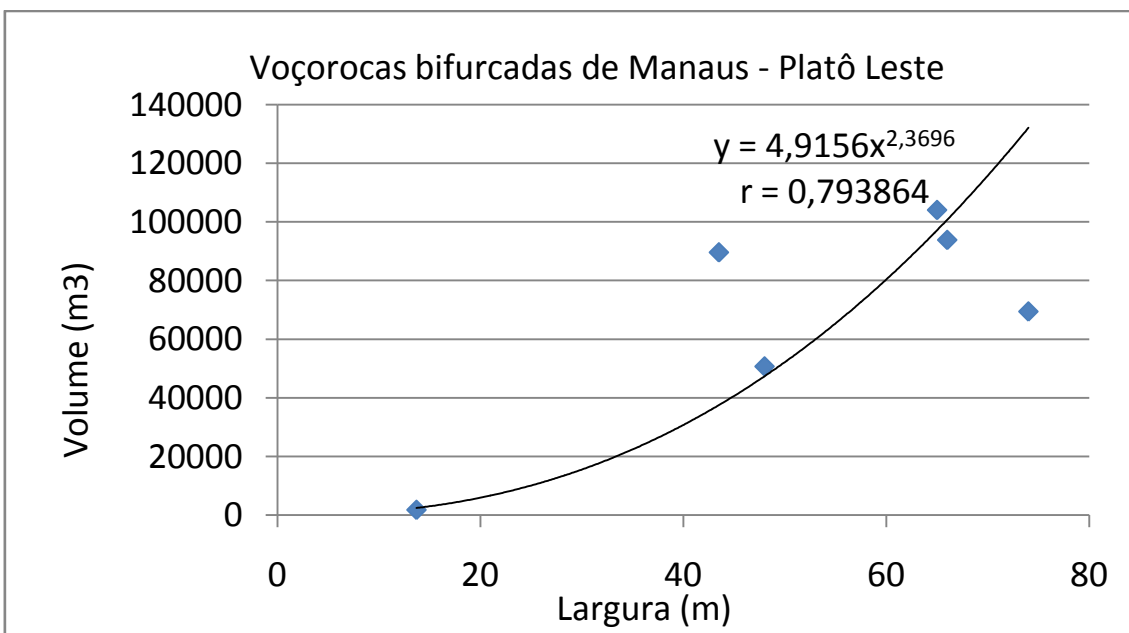
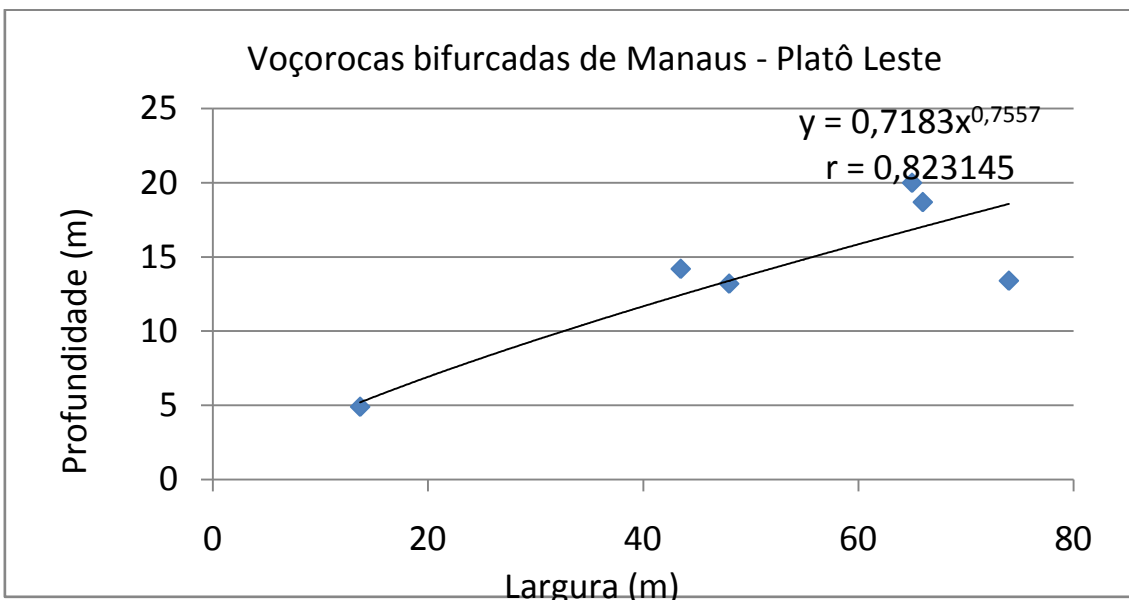
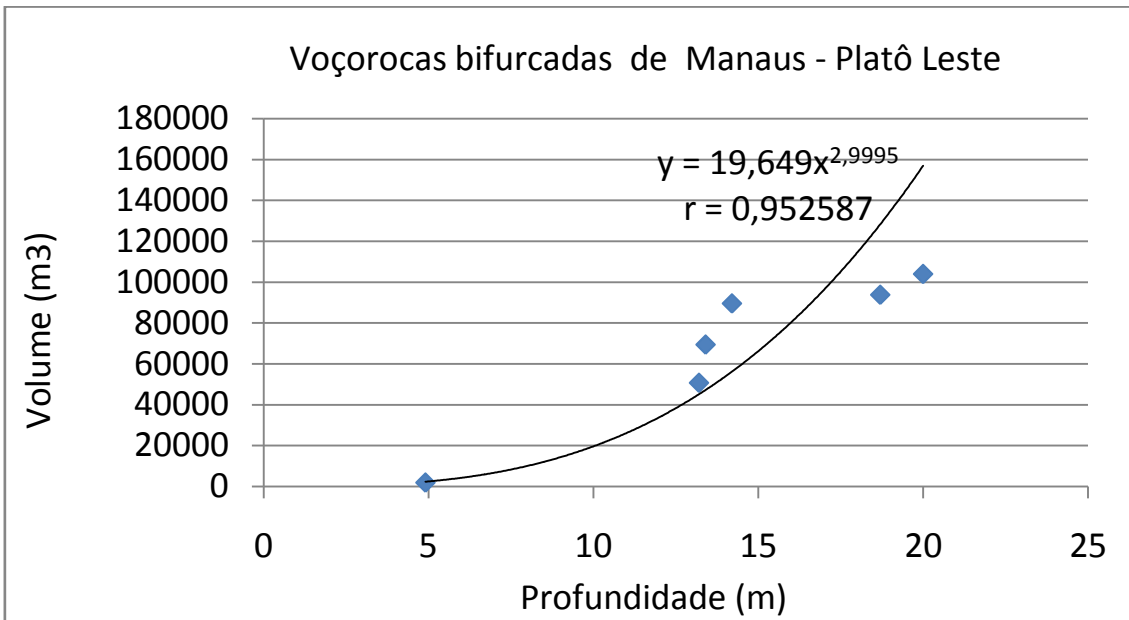


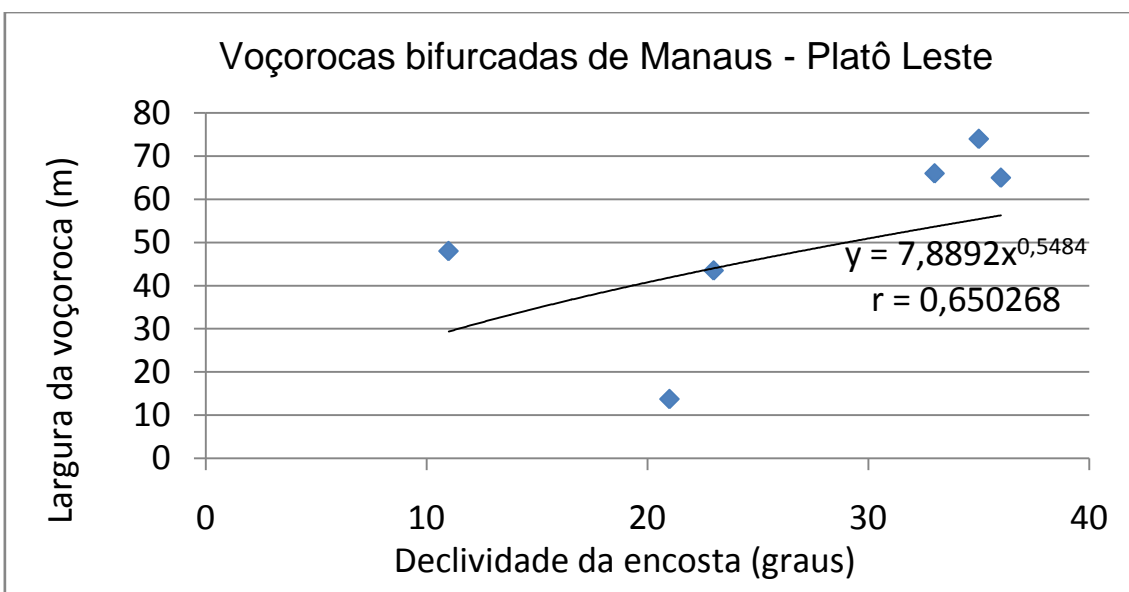
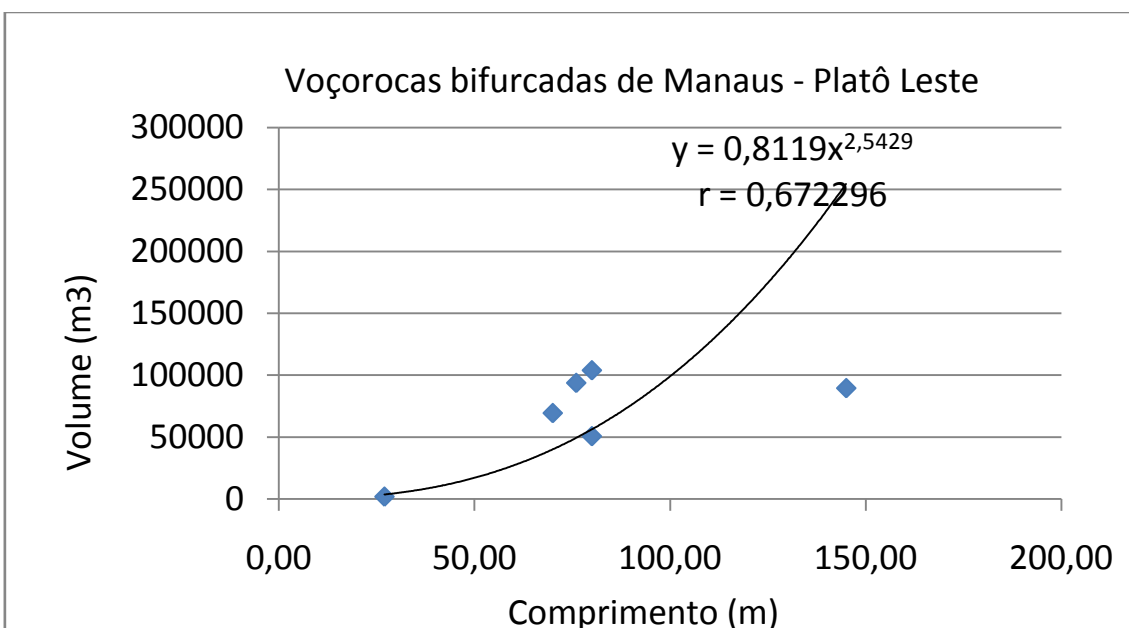
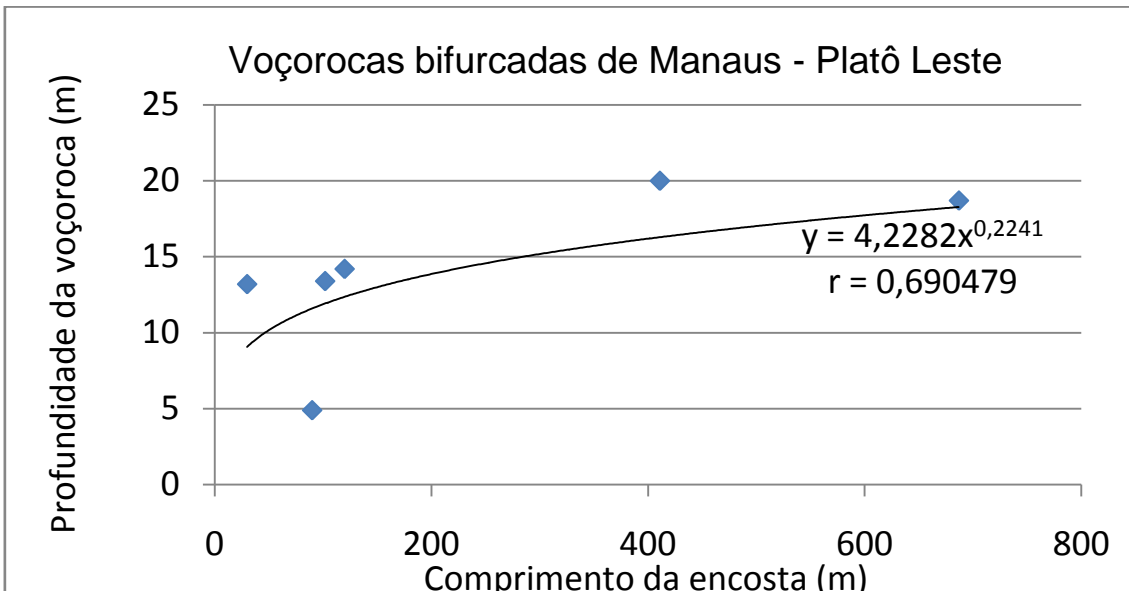


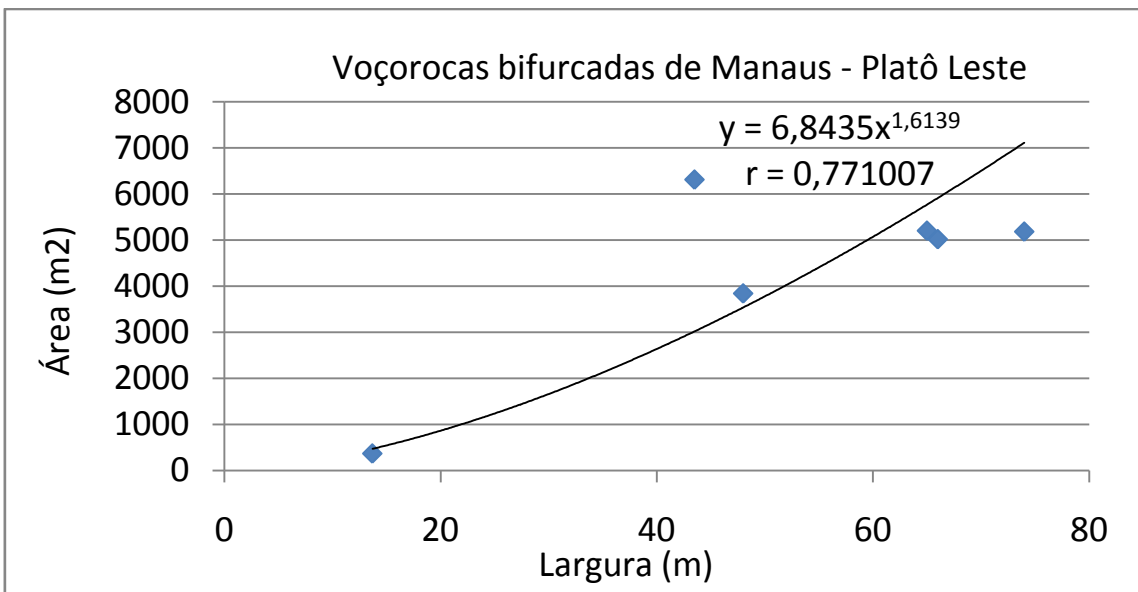
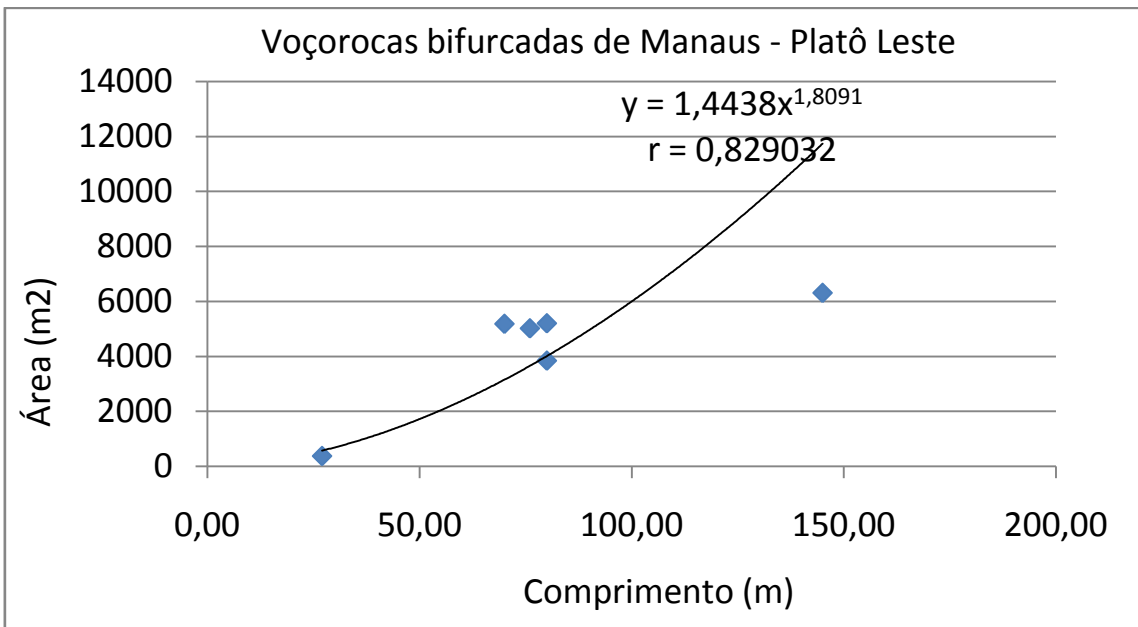
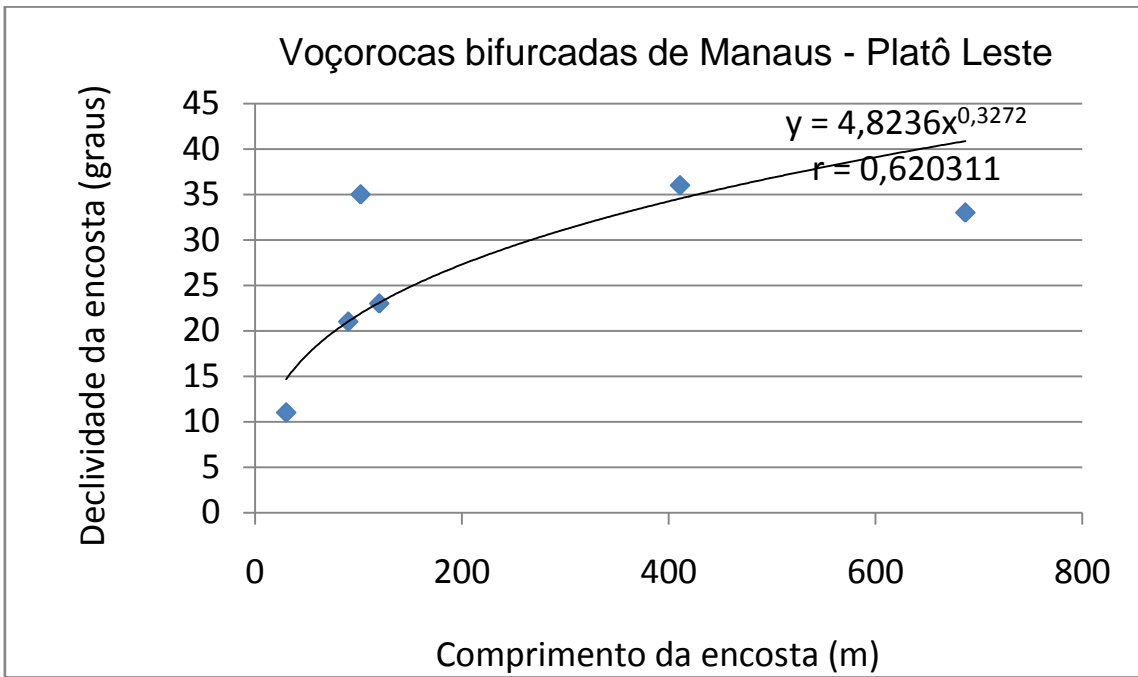


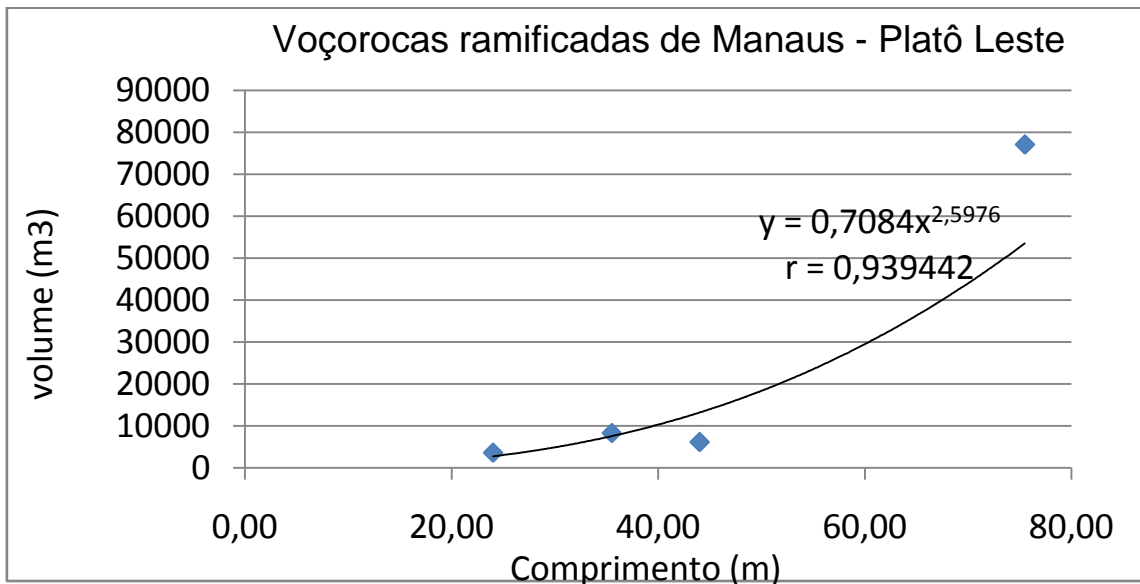
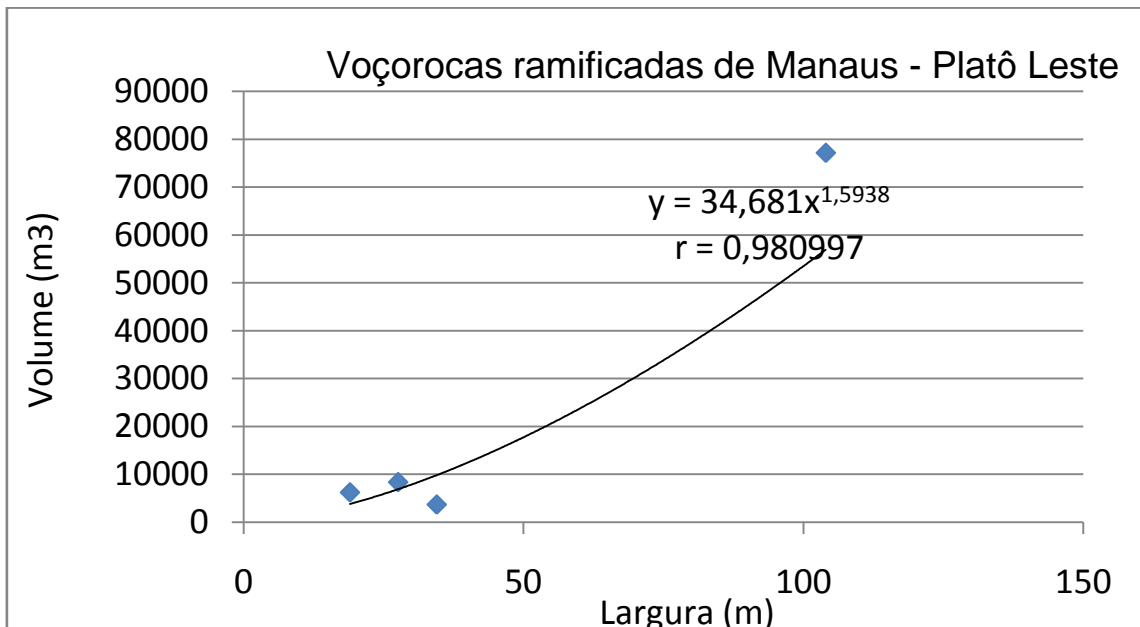
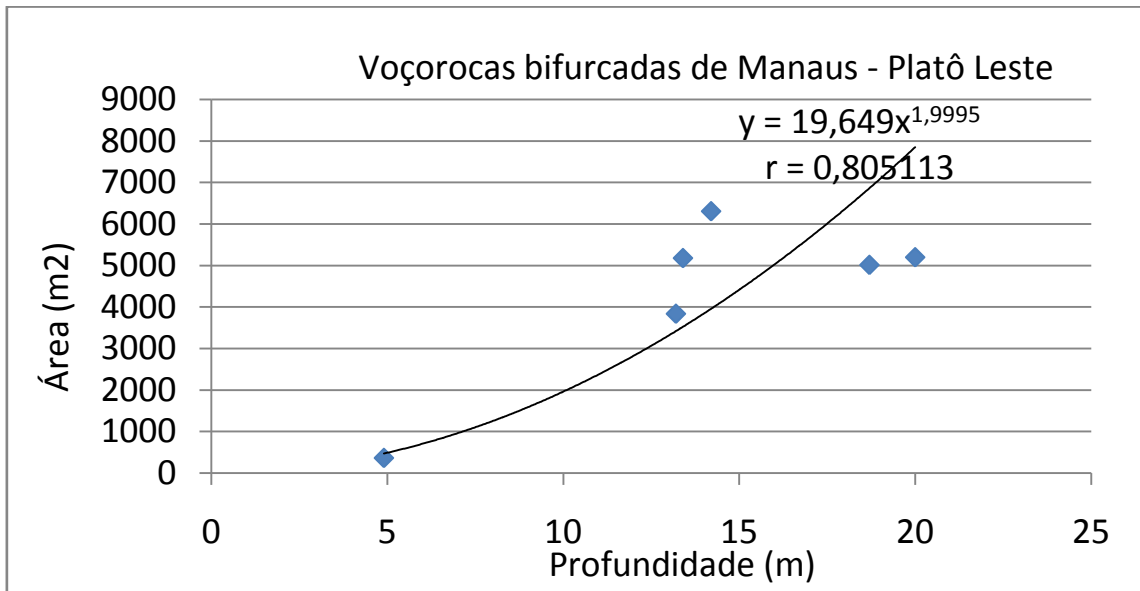


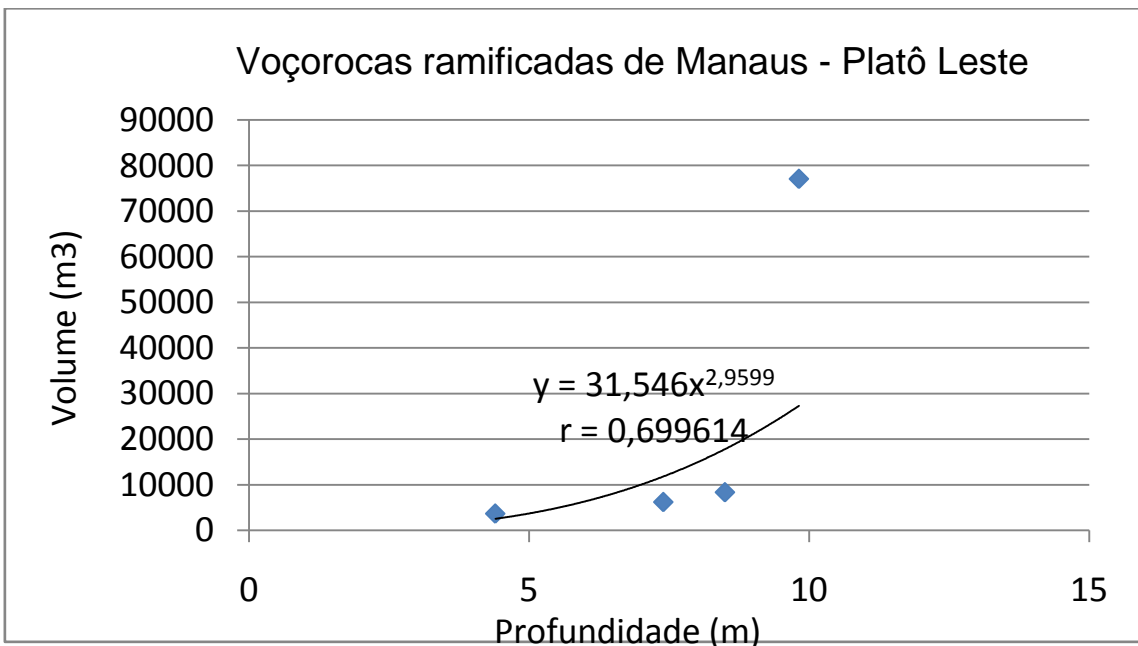
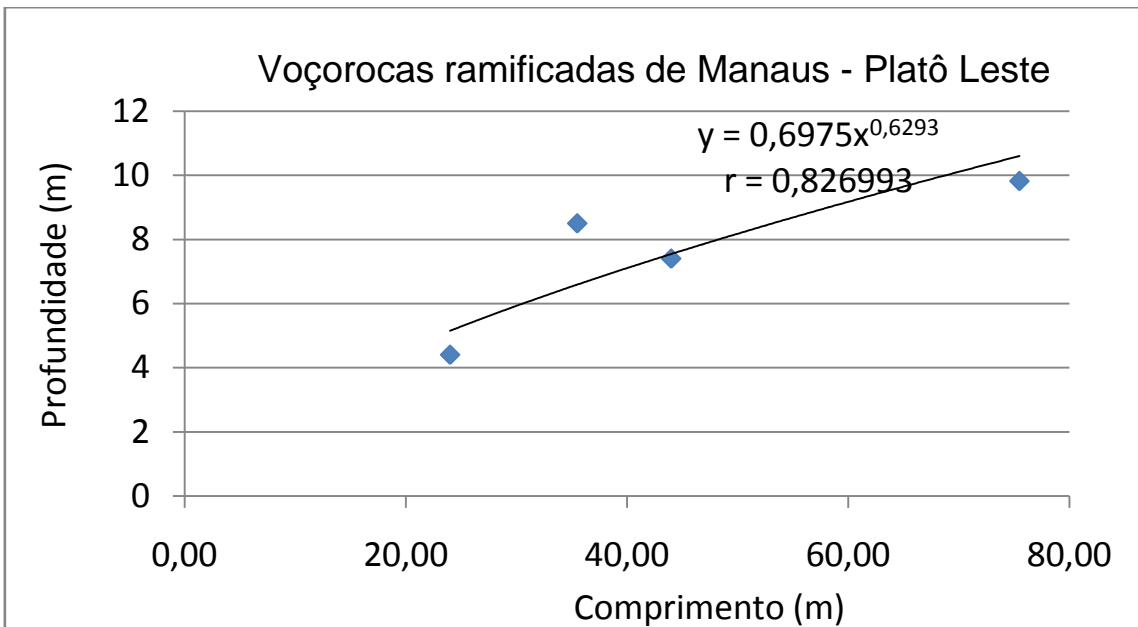
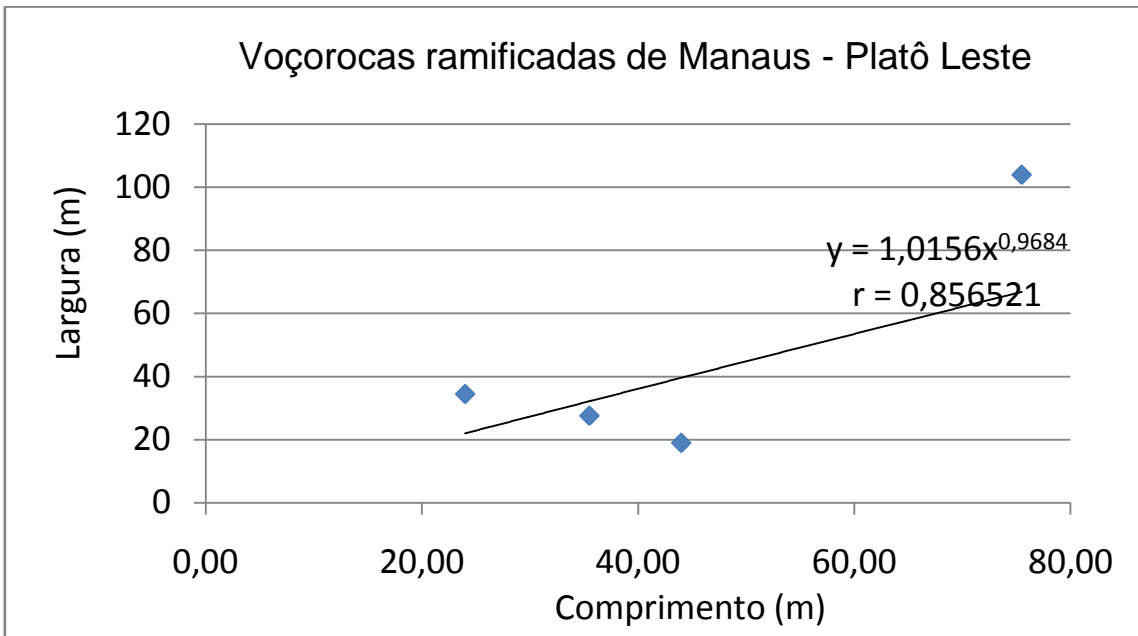


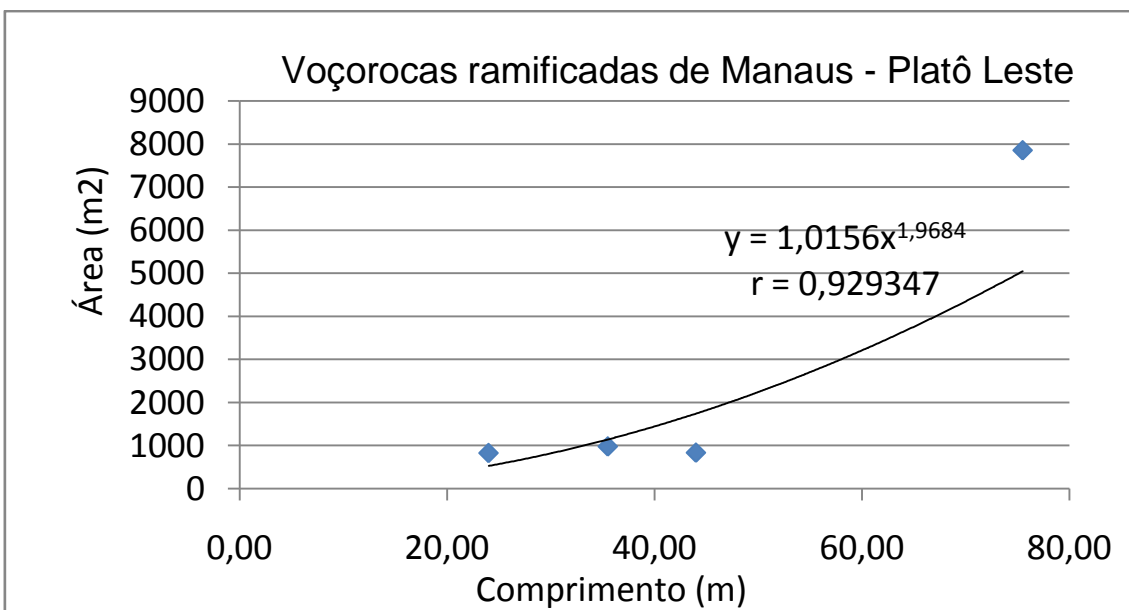
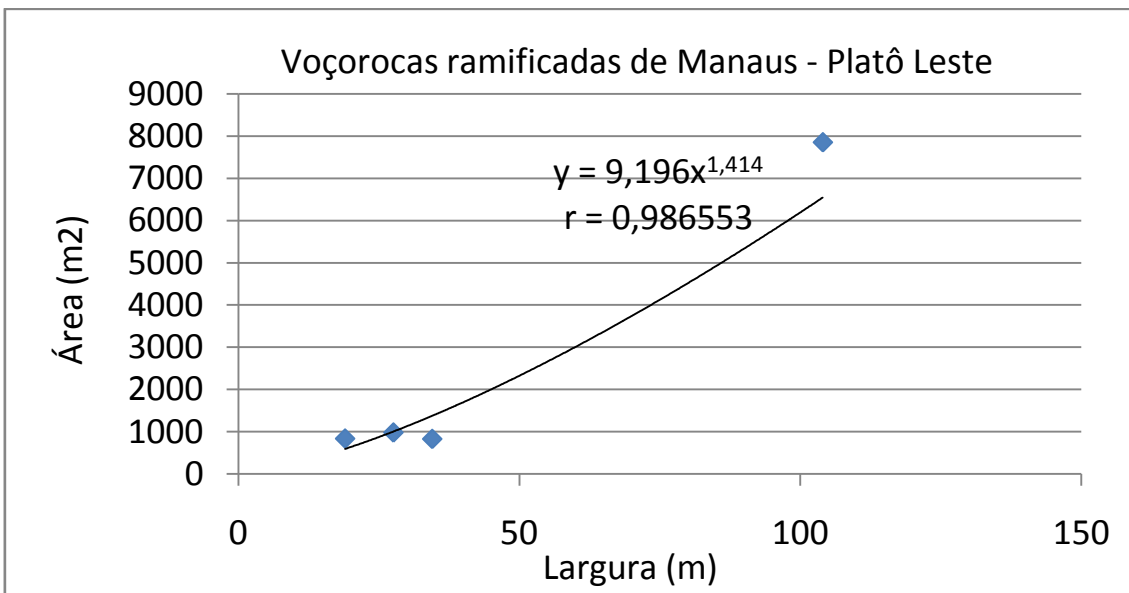
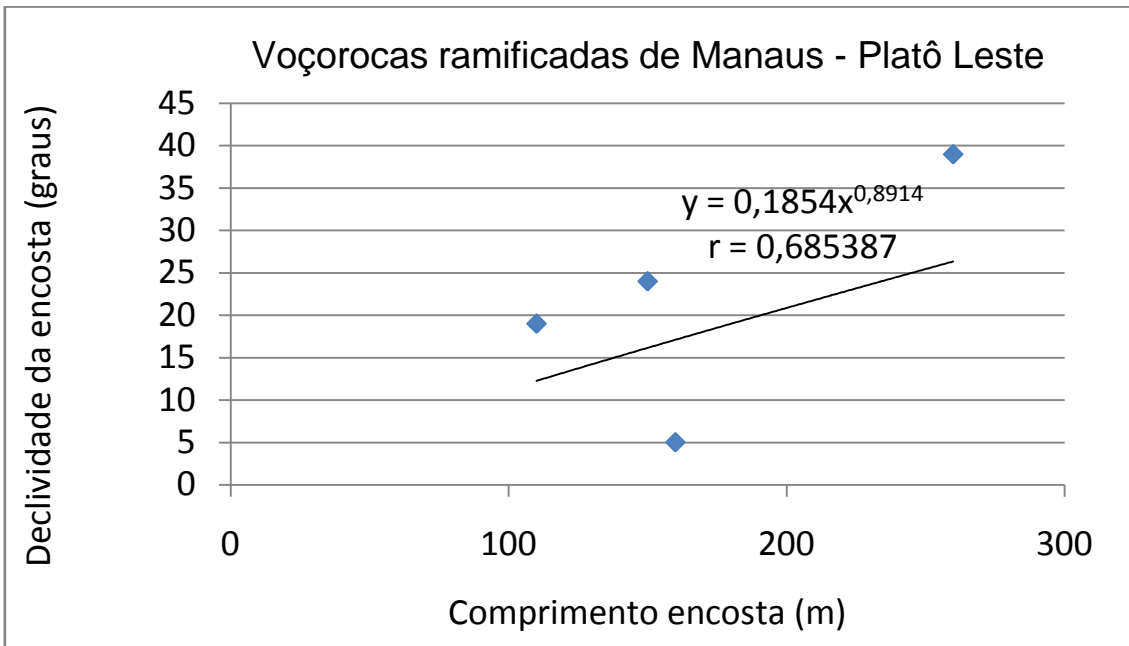


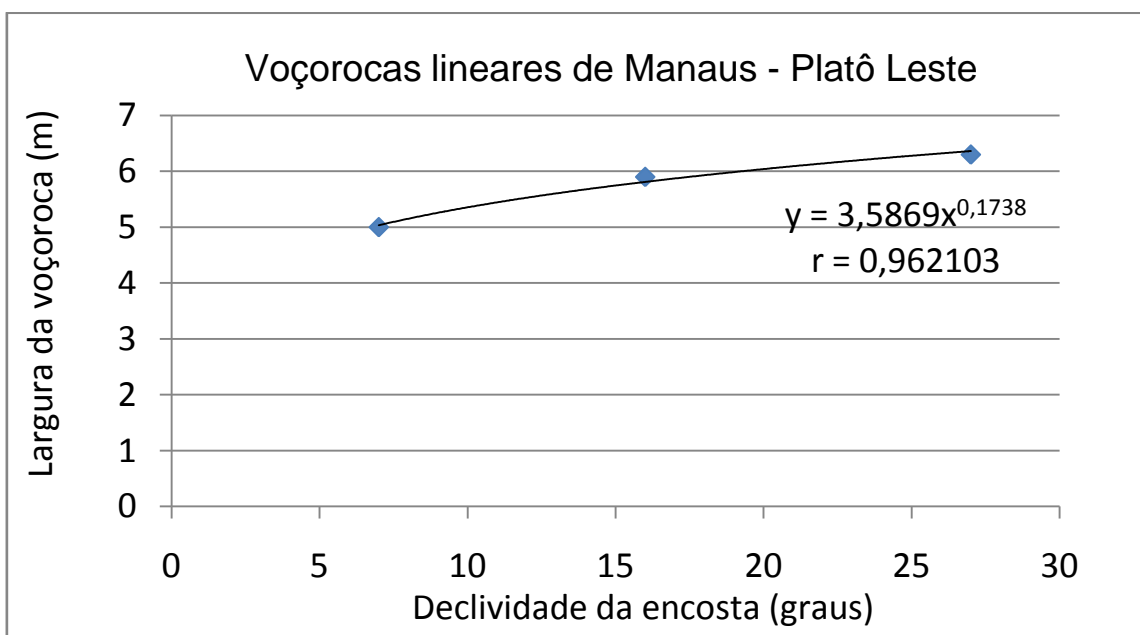
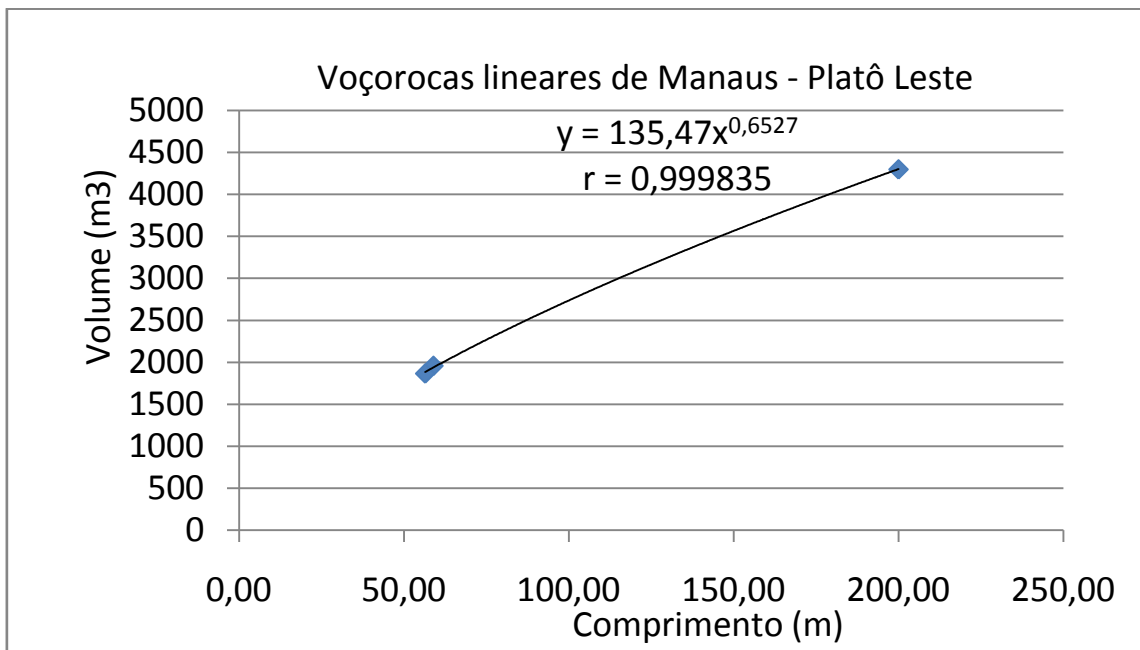
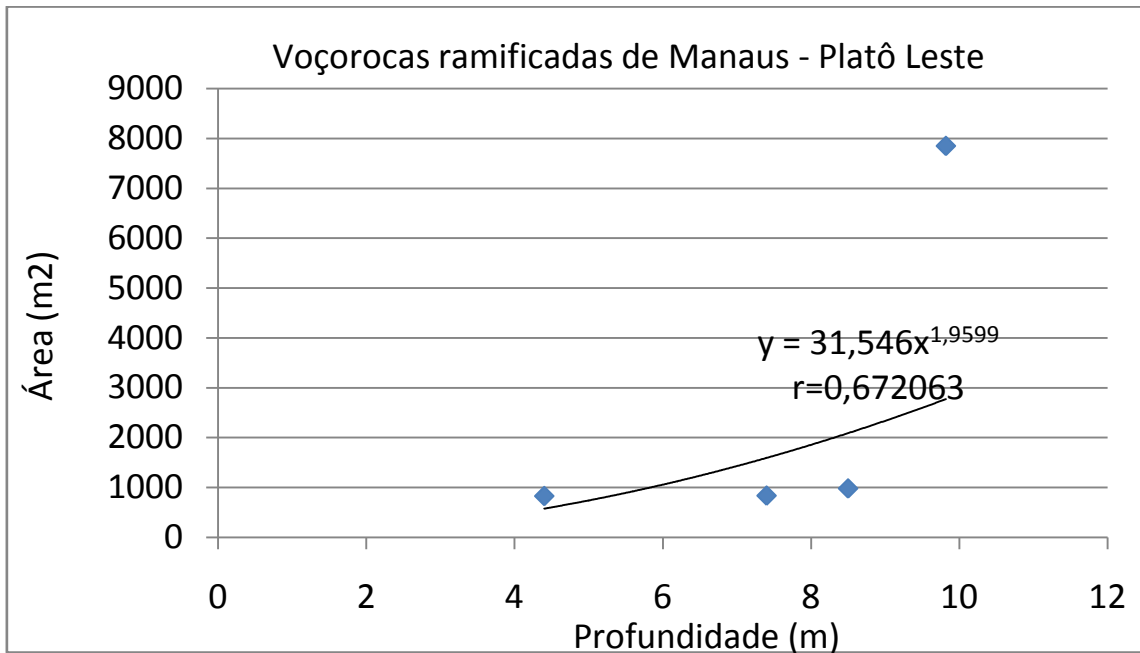


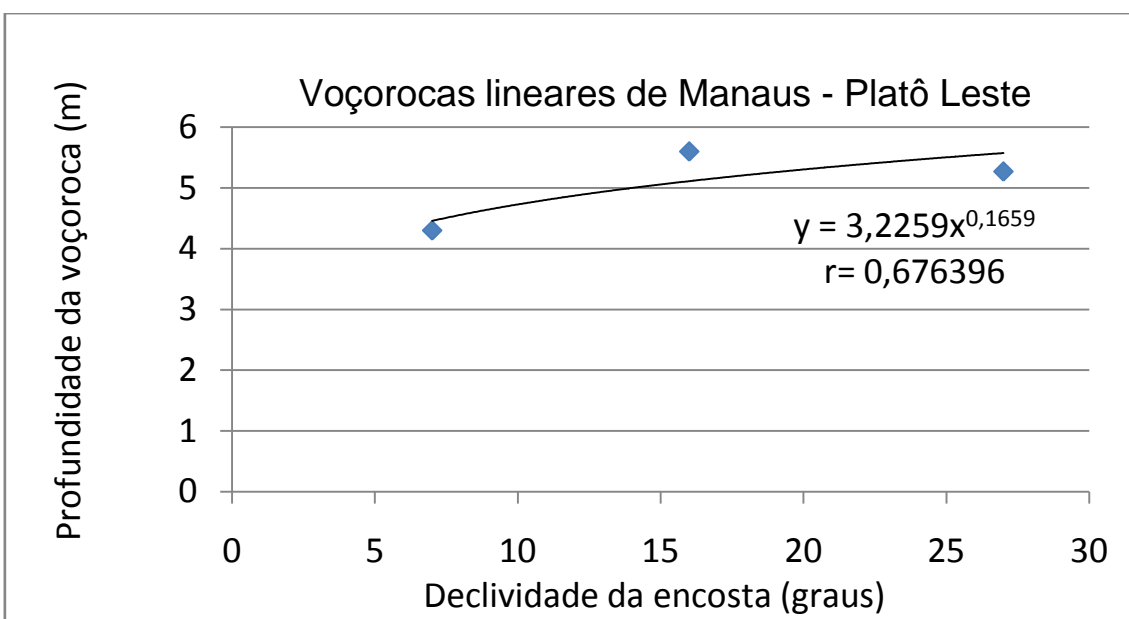
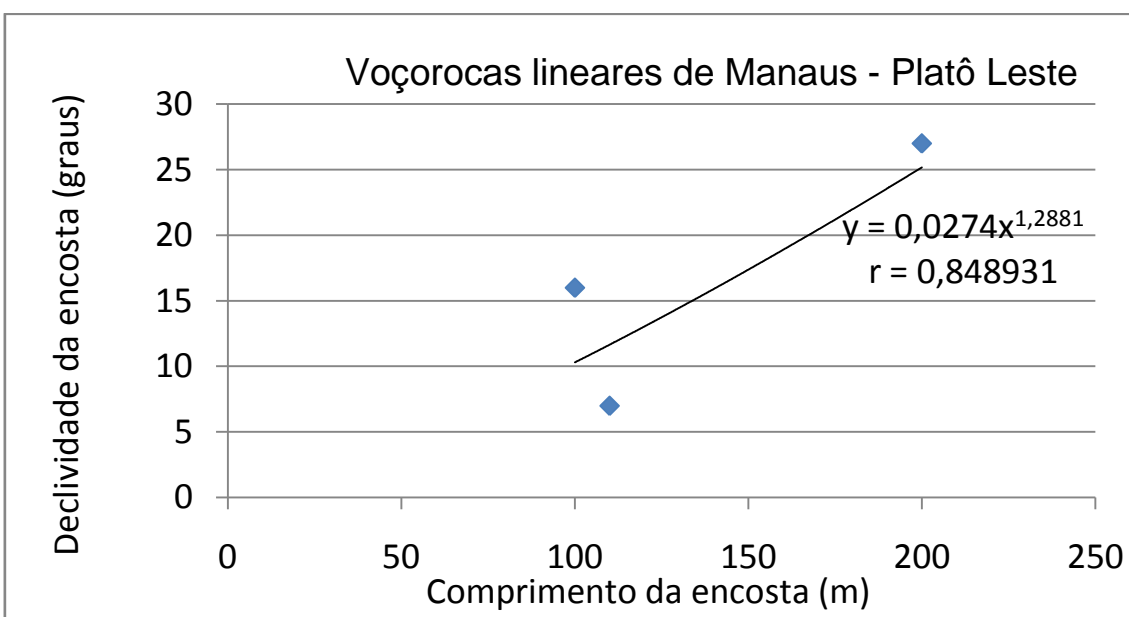
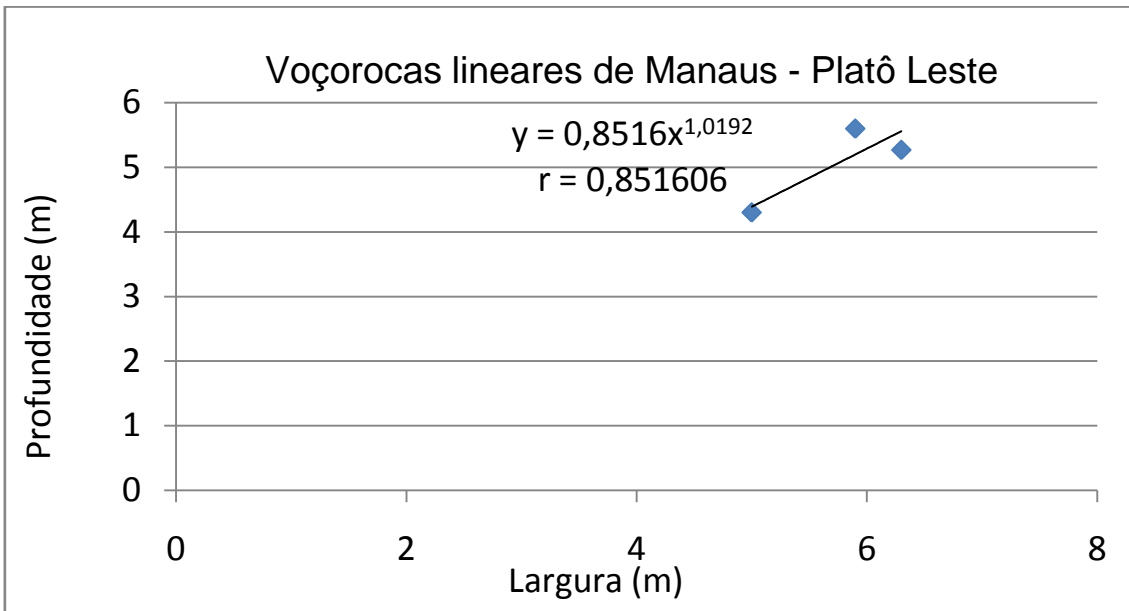


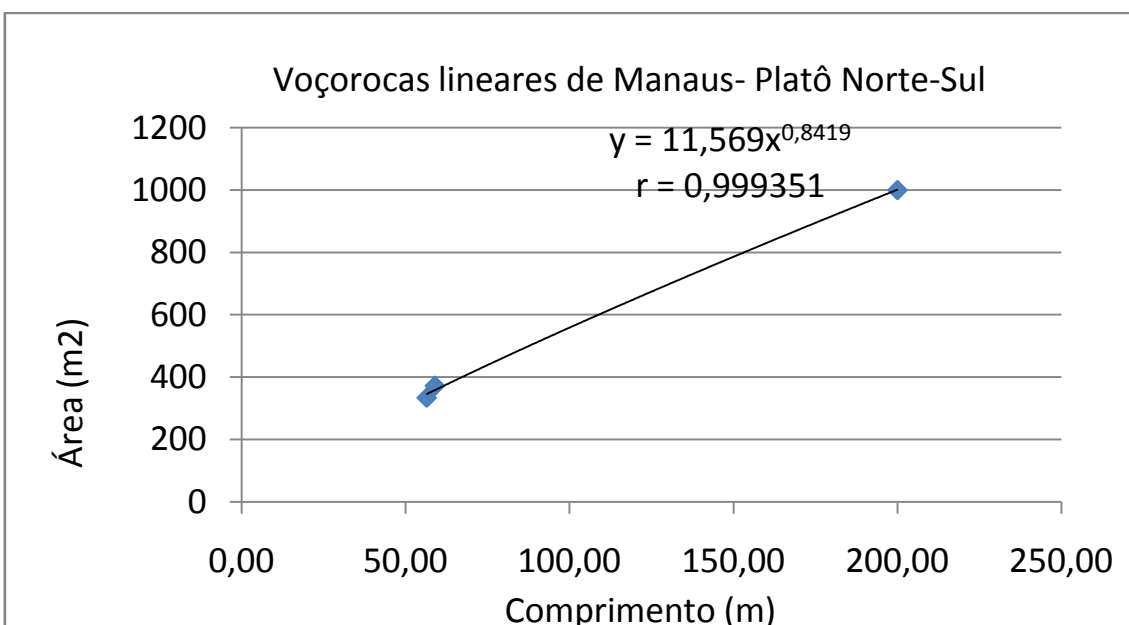
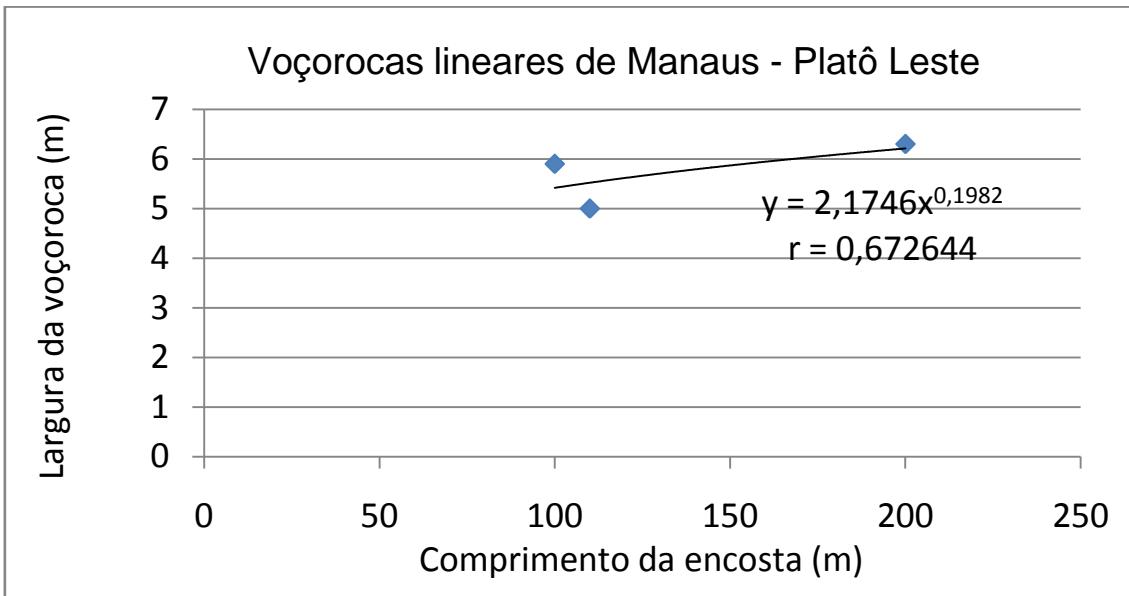












ANEXO 12

Direção de expansão das voçorocas em
Manaus

DIREÇÃO DE EXPANSÃO DAS VOÇOROCAS EM MANAUS (AM)

Voc.	Direção	Juntas e Falhas	Drenagem	Orientação/Drenagem
01	NE-SO	SIM	SIM	NE-SO
02	ESE-ONO	SIM	SIM	ESE-ONO
03	NO-SE	SIM	SIM	NO-SE
04	E-O	SIM	SIM	E-O
05	SE-NO	SIM	NÃO	-
06	SO-NE	SIM	NÃO	-
07	S-N	SIM	NÃO	-
08	S-N	SIM	NÃO	-
09	S-N	SIM	NÃO	-
10	O-E	SIM	SIM	O-E
11	NE-SO	SIM	NÃO	-
12	SO-NE	SIM	NÃO	-
13	SSE-NNO	NÃO	SIM	SSE-NNO
14	SSE-NNO	NÃO	SIM	SSE-NNO
15	N-S	SIM	SIM	N-S
16	O-E	SIM	SIM	O-E
17	E-O	SIM	SIM	E-O
18	N-S	SIM	SIM	N-S
19	O-E / N-S	SIM	NÃO	-
20	SO-NE	SIM	SIM	SO-NE
21	O-E	SIM	NÃO	-
22	N-S	SIM	NÃO	-
23	SSE-NNO	NÃO	NÃO	-
24	S-N	SIM	NÃO	-
25	E-O	SIM	NÃO	-
26	SSE-NNO	NÃO	NÃO	-
27	N-S	SIM	NÃO	-
28	E-O	SIM	SIM	E-O
29	SSO-NNE	NÃO	NÃO	-
30	SO-NE / S-N	SIM	NÃO	-
31	SE-NO	SIM	SIM	SE-NO
32	NO-SE	SIM	SIM	NO-SE
33	NO-SE	SIM	SIM	NO-SE
34	O-E	SIM	SIM	O-E
35	SO-NE	SIM	SIM	SO-NE
36	O-E	SIM	SIM	O-E
37	N-S	SIM	SIM	N-S
38	E-W	SIM	SIM	E-O
39	SE-NO	SIM	SIM	SE-NO
40	N-S	SIM	SIM	N-S

41	N-S	SIM	SIM	N-S
42	SSE-NNO	NÃO	SIM	SSE-NNO
43	NNE-SSO	NÃO	SIM	NNE-SSO
44	NNE-SSO	NÃO	SIM	NNE-SSO
45	SSE-NNO / SE-NO	NÃO/SIM	SIM	SSE-NNO
46	SE-NO	SIM	NÃO	-
47	E-O / ENE-OSO	SIM	NÃO	-
48	S-N / E-O	SIM	SIM	S-N
49	N-S	SIM	NÃO	-
50	S-N / E-O	SIM	NÃO	-
51	SSE-NNO	NÃO	SIM	SSE-NNO
52	ESE-ONO	SIM	SIM	ESE-ONO
53	SE-NO	SIM	NÃO	-
54	E-O	SIM	NÃO	-
55	NE-SO	SIM	NÃO	-
56	ESE-ONO	SIM	SIM	ESE-ONO
57	NO-SE	SIM	SIM	NO-SE
58	SE-NO	SIM	SIM	SE-NO
59	E-O	SIM	SIM	E-O
60	NO-SE	SIM	NÃO	-
61	O-E	SIM	NÃO	-
62	N-S	SIM	NÃO	-
63	NO-SE	SIM	NÃO	-
64	SE-NO	SIM	NÃO	-
65	E-O	SIM	NÃO	-
66	NE-SO	SIM	NÃO	-
67	SO-NE	SIM	NÃO	-
68	NE-SO	SIM	NÃO	-
69	NE-SO	SIM	NÃO	-
70	SO-NE	SIM	NÃO	-
71	ESE-ONO	SIM	SIM	ESE-ONO
72	NNE-SSO	NÃO	SIM	NNE-SSO
73	NE-SO	SIM	NÃO	-
74	NO-SE	SIM	SIM	NO-SE
75	NO-SE	SIM	NÃO	-
76	E-O / SE-NO	SIM	SIM	E-O
77	E-O	SIM	SIM	E-O
78	NO-SE	SIM	NÃO	-
79	SE-NO	SIM	SIM	SE-NO
80	SO-NE	SIM	SIM	SO-NE
81	SO-NE	SIM	SIM	SO-NE
82	SE-NO	SIM	SIM	SE-NO
83	O-E	SIM	NÃO	-
84	O-E	SIM	SIM	O-E

85	SE-NO	SIM	SIM	SE-NO
86	SE-NO	SIM	SIM	SE-NO
87	NO-SE	SIM	NÃO	-
88	O-E	SIM	NÃO	-
89	ONO-ESE	SIM	NÃO	-
90	NO-SE	SIM	NÃO	-
91	O-E	SIM	NÃO	-

* O direcionamento das falhas locais corresponde às direções NE-SO, NO-SE e E-O. O direcionamento das juntas locais corresponde às direções OSO-ENE, ONO-ESE, NO-SE, NE-SO e S-N (IGREJA, 2000).

DIREÇÃO DE EXPANSÃO DAS VOÇOROCAS EM MANAUS (AM) RESUMO 1							
Direção	Quant.	Direção	Quant.	Direção	Quant.	Direção	Quant.
N-S	9 (9,9%)	E-W	11 (12,1%)	NE-SW	7 (7,7%)	NW-SE	11 (12,1%)
S-N	6 (6,6%)	W-E	11 (12,1%)	SW-NE	9 (9,9%)	SE-NW	11 (12,1%)
Direção	Quant.	Direção	Quant.	Direção	Quant.	Direção	Quant.
SSE-NNW	7 (7,7%)	NNE-SSW	3 (3,3%)	WNW-ESE	1 (1%)	WSW-ENE	0
NNW-SSE	0	SSW-NNE	1 (1%)	ESE-WNW	4 (4,5%)	ENE-WSW	0

DIREÇÃO DE EXPANSÃO DAS VOÇOROCAS EM MANAUS (AM) RESUMO 2	
Situação 1	Quantidade
Controle estrutural	41 (45%)
Drenagem artificial	7 (7,7%)
Sistema misto (controle estrutural + drenagem)	40 (44%)
Sem controle estrutural e/ou drenagem artificial	3 (3,3%)
Total	91 (100%)
Situação 2	Quantidade
Controle estrutural + Sistema misto	81 (89%)
Drenagem artificial	7 (7,7%)
Sem controle estrutural e/ou drenagem artificial	3 (3,3%)
Total	91 (100%)
Situação 3	Quantidade
Drenagem artificial + Sistema misto	47 (51,7%)
Controle estrutural	41 (45%)
Sem controle estrutural e/ou drenagem artificial	3 (3,3%)
Total	91 (100%)

ANEXO 13

Análise granulométrica

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO LATOSSOLO AMARELO

AMOSTRA	PROF. (cm)	GRANULOMETRIA LATOSSOLO			CLASSE TEXTURAL
		ARGILA	SILTE	AREIA	
		%			
A1	10-20	20,5	6,45	73,05	Franco-argilo arenosa
A2	20-50	18	9	73	Franco-arenosa
A3	50-100	30,5	6,25	63,25	Franco-argilo arenosa
B1	100-160	58,4	23,76	17,84	Argilosa
B2	160-300	61,3	23,67	15,03	Muito Argilosa
B3	300-320	10,85	59,78	23,74	Franco-siltosa
C	670-785	19	17,12	63,98	Franco-arenosa
C	825-900	8,4	20,25	71,35	Areia-Franca
C	900-1000	1,3	38,65	60,05	Franco-arenoso
C	1080- 1135	0,4	27,66	71,94	Areia-Franca
C	1137- 1150	0,1	20,78	79,12	Areia-Franca
C	1154- 1240	0,15	22,08	77,77	Areia-Franca

Fonte: Laboratório de solos da EMBRAPA-Manaus (1997).

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO ARGISSOLO

AMOSTRA	PROF. (cm)	GRANULOMETRIA ARGISSOLO			CLASSE TEXTURAL
		ARGILA	SILTE	AREIA	
		%			
A1	2 – 20	13	6,25	80,75	Franco-arenosa
A2	20 – 56	15,5	9,35	75,15	Franco-arenosa
A3	56 - 78	27	0,3	72,9	Franco-argilo- arenosa
B	78 - 107	30,5	0,15	69,35	Franco-argilo- arenosa

Fonte: Laboratório de Geografia Física da UFAM (2006).

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO ESPODOSSOLO

AMOSTRA	PROF. (cm)	GRANULOMETRIA ESPODOSSOLO			CLASSE TEXTURAL
		ARGILA	SILTE	AREIA	
		%			
A1	4 – 15	5,5	3,23	91,27	Areia
A2	5 – 62	3	0,55	96,45	Areia
A3	62 – 79	0,5	2,3	97,2	Areia
B1	79 – 121	15,5	13,4	71,1	Franco-arenosa
B2	121 – 177	25,5	6,15	68,35	Franco-argilo arenosa
B3	177 – 216	5,5	4,7	89,8	Areia
C	216 - 226	3,0	7,15	89,85	Areia

Fonte: Laboratório de Geografia Física da UFAM (2006).

ANEXO 14

Planilha de gastos com obras e serviços de
urbanização da PMM (2001)



ESTADO DO AMAZONAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE MANAUS
PODER EXECUTIVO

RELAÇÃO DE OBRAS E SERVIÇOS PÚBLICOS CONTRATADOS PELO PODER PÚBLICO MUNICIPAL
NO EXERCÍCIO DE 2001

SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS, SANEAMENTO BÁSICO E SERVIÇOS PÚBLICOS - SEMOSB

Item	Discriminação da obra / serviços	Localidade	Valor (R\$)	Empenhos
1	Infra-estrutura e urbanização no Parque Shangrilá	Parque Dez	1.938.269,98	891, 1084, 1376 e 2052
2	Infra-estrutura e urbanização na Comunidade 18 de Março	Parque das Laranjeiras	469.652,27	327, 489 e 731
3	Infra-estrutura e urbanização à Rua Ângelo Bittencourt	Novo Reino II	101.658,49	492
4	Infra-estrutura e urbanização à Rua Jacaré e à Rua Aracati	Jorge Teixeira e Novo Aleixo	145.714,75	1015
5	Serviços de engenharia para usinagem de areia asfáltica a quente com fornecimento de material	Diversas vias	5.511.570,00	593, 1808, 1877, 1937, 2037, 2101 e 2446
6	Tubos de concreto simples e armado p/ obras de drenagem	Diversas vias	2.387.910,63	147, 148, 427, 429, 686, 687, 788, 789, 1063, 1300, 1301, 1767, 1839, 1905, 2033, 2034, 2035, 2096, 2147, 2243, 2244, 2394, 2397 e 2482
7	Areia p/ ser utilizada na construção de sarjetas e meio-fio	Diversas vias	381.756,00	141, 271, 480, 771, 1298, 1892, 2089 e 2384
8	Cimento p/ ser utilizado em diversas obras	Diversas vias	1.848.402,71	142, 436, 664, 752, 753, 932, 1297, 1430, 1431, 1746, 1896, 2116, 2298 e 2484
9	Seixo para construção de sarjetas e meio-fio	Diversas vias	539.825,60	143, 270, 481, 690, 1299, 1895, 2090 e 2383
10	Meio-fio p/ ser utilizado em frentes de serviços	Diversas vias	279.852,07	149, 156, 315, 316, 90370, 90382, 99383
11	Meio-fio p/ construção de calçadas e meio-fio	Diversos bairros	734.540,00	894, 1070, 1296, 1763, 1900, 2085, 2210 e 2385
12	Serv. de elaboração de projeto de engenharia para canalização do Igarapé do Mindu (Valor Parcial)	Parque Dez	54.000,00	1116 e 2423
13	Canalização do Igarapé do Mindu, trecho entre a Rua Paraíba e Av. Djalma Batista	Parque Dez	1.509.864,87	1346, 1347, 1861, 2016, 2321 e 2465
14	Canalização e urbanização do Igarapé do Franco, trecho entre a Rua Arthur Reis e 150 m além da Rua Santo Antônio	São Jorge	413.704,64	494, 597, 2412 e 2415
15	Contenção, canalização e urbanização do canal do Curre, no afluente do Igarapé do Resende, trecho entre a Rua José Patrocínio e Rua Gabriel Gonçalves (Valor Parcial)	Aleixo	370.039,05	864, 1781, 2088, 2479 e 2510
16	Contenção, canalização e urbanização do Canal da Redenção, no afluente do Igarapé dos Franceses, trecho entre a Rua Goiânia e Rua Caruaru	Redenção	578.164,78	263, 595, 1856, 1864, 2174, 2409 e 2456
17	Contenção, canalização e urbanização do Canal da Cachoeirinha, no afluente do Igarapé do 40, trecho entre a Rua Cel. Ferreira de Araújo e cabeceira do Igarapé	Petrópolis	648.287,55	264, 596, 1377, 2200 e 2458
18	Contenção, canalização e urbanização do Canal São José dos Campos, 2ª etapa, no afluente do Igarapé do Mindu, trecho entre a Rua Paraíba e Rua Castanho	Comunidade São José dos Campos	200.486,94	842 e 1017
19	Contenção, canalização e urbanização do Canal de São José e manejo ambiental, no afluente do Igarapé do Mindu, trecho entre a Rua Bom e Tendo ao Igarapé do Mindu - São José e Igarapé Grande Vitória - Distrito Industrial	São José e Distrito Industrial	3.953.307,04	1076, 1077, 1412, 1419, 1912, 1952, 2100, 2111, 2242, 2250, 2445, 2460 e 2473
20	Contenção da margem do Igarapé do Bindá em bolsa creto à Av. Djalma Batista	Chapada	54.335,93	846
A transportar/Total			22.121.343,30	





ESTADO DO AMAZONAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE MANAUS
PODER EXECUTIVO

RELAÇÃO DE OBRAS E SERVIÇOS PÚBLICOS CONTRATADOS PELO PODER PÚBLICO MUNICIPAL
NO EXERCÍCIO DE 2001

SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS, SANEAMENTO BÁSICO E SERVIÇOS PÚBLICOS - SEMOSB (Continuação)

Item	Discriminação da obra / serviços	Localidade	Valor (R\$)	Empenhos
	TRANSPORTE		22.121.343,30	
21	Contenção, canalização e urbanização do Canal do Padre Calery no afluente do Igarapé do Franco, trecho entre a Rua Calery e Av. Brasil (Valor Parcial)	Compensa	1.000,00	2326 e 2468
22	Construção de praça à Rua "A"	Cj. Beija-Flor I	112.907,70	792 e 1057
23	Construção de praça e quadra de esportes à Quadra N, Cj. Flores	Alvorada I	110.628,33	1897
24	Construção de praça e de chapéu com telha de cerâmica no Cj. Augusto Montenegro (Valor Parcial)	Lírio do Vale II	32.107,25	1945 e 2488
25	Construção de praça à Rua "C" c/ Rua 31	Francisca Mendes II	142.123,59	2389
26	Construção de passarela em madeira de lei no Beco Urucará	Cachoeirinha	44.466,31	184
27	Construção de passarela em madeira de lei no Beco J. Carlos Antony c/ Beco São Luiz e no Beco J. Carlos Antony c/ Rua Codajás	Cachoeirinha	46.003,21	830
28	Construção de ponte em estrutura de gabião à Rua Noêmia Cordeiro	Com. Nova Conquista	86.353,96	265
29	Construção de ponte em estrutura de gabião à Rua 04	Bairro da Paz	34.039,84	266
30	Construção de ponte em estrutura de gabião à Travessa nº 03	Nova Esperança	47.438,03	267
31	Construção de ponte em estrutura de gabião à Rua Marivaldo Pereira	Nova Esperança	47.570,98	268
32	Construção de ponte em estrutura de gabião à Rua Omar Aziz, Comunidade 18 de Março	Parque das Laranjeiras	69.274,50	782
33	Construção de ponte em estrutura de gabião à Rua São Lourenço, Comunidade Monte Pascoal	Colônia Terra Nova	88.742,08	783
34	Serviços de engenharia para usinagem de areia asfáltica a quente com fornecimento de material	Diversas vias	4.417.740,81	140, 155, 262, 364, 430, 495, 567 e 2413
35	Construção de ponte em estrutura de gabião à Rua Formosa, Comunidade 18 de Março	Parque das Laranjeiras	69.274,50	784
36	Construção de ponte em estrutura de gabião à Rua Amazonas	São Lucas	55.983,03	869
37	Construção de ponte em estrutura de concreto à Rua do Waupes, s/nº	São José	210.111,78	870 e 1348
38	Construção de ponte em estrutura de concreto à Av. Brasil, s/nº	Compensa	131.815,06	1862
39	Construção de ponte sobre o Igarapé do Mindu à Av. Constantino Nery (Valor Parcial)	Chapada	1.000,00	1950 e 2439
40	Construção de muro de contenção em estrutura de gabião na Praia da Ponta Negra	Ponta Negra	252.740,26	787, 1018 e 1019
41	Construção de muro de contenção, cobertura da área externa e alambrado no asilo Vicente de Paula à Rua Jerônimo Ribeiro c/ Rua Tomé	São Raimundo	141.570,65	1991
42	Perfuração de 1 poço tubular de 80 metros, 4 poços de 100 metros e construção de abrigo, bica e caixa d'água	Diversos locais	78.111,20	187, 90372, 90384 e 577
43	Perfuração de 5 poços tubulares de 80 metros e construção de abrigo, bica e caixa d'água	Diversos locais	78.749,90	288, 521 e 1069
A transportar/Total			28.421.096,27	





ESTADO DO AMAZONAS
PREFEITURA MUNICIPAL DE MANAUS
PODER EXECUTIVO

RELAÇÃO DE OBRAS E SERVIÇOS PÚBLICOS CONTRATADOS PELO PODER PÚBLICO MUNICIPAL
NO EXERCÍCIO DE 2001

SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS, SANEAMENTO BÁSICO E SERVIÇOS PÚBLICOS - SEMOSB (Continuação)

Item	Discriminação da obra / serviços	Localidade	Valor (R\$)	Empenhos
	TRANSPORTE		28.421.096,27	
44	Perfuração de 3 poços tubulares de 80 metros, 3 poços de 100 metros e construção de casa de bomba, bica e caixa d'água	Diversos locais	109.187,40	566 e 829
45	Perfuração de poço tubular profundo de 80 metros à Rua Daniel Araújo	Alfredo Nascimento	14.067,43	1292
46	Perfuração de 2 poços tubulares de 80 e 120 metros e construção de bica, reservatório e casa de bomba no Ramal do Brasileirinho, s/nº, Cj. Renascer, 3ª etapa e à Av. Carvalho, nº 158	João Paulo II e Tarumãzinho	68.079,80	1784
47	Perfuração de poço tubular profundo de 100 metros e construção de bica pública, casa de bomba e caixa d'água à Rua Barreirinha, s/nº	Bairro da União	27.578,17	1992
48	Perfuração de poço tubular profundo de 10 metros e construção de casa de bomba à Rua Getúlio Vargas c/ Rua Manoel Matias	Colônia Antônio Aleixo	25.914,40	2360
49	Perfuração de 1 poço tubular de 80 metros à Av. Xavier, nº 329; e construção de 02 poços tubulares de 100 metros na Comunidade São João e à Rua Flamengo, nº 458	Terra Nova, Km 04 da BR-174 e Cidade de Deus	52.233,41	2339 e 2472
50	Urbanização do calçadão à Av. Leopoldo Péres, trecho entre a Rua Universal e Rua Manoel Urbano (Valor Parcial)	Educandos	103.241,21	871, 1875 e 2045
51	Ampliação de subestação de 112,5 KVA p/ 225 KVA à Rua 24 de Maio no prédio da SEMAD	Centro	32.510,35	2117
52	Construção de alamedão à Rua Polivalente ao lado da Escola Prof. Benício Leão	Japiim I	14.919,57	742 e 1064
53	Construção da rede de abastecimento de água à Estrada do Brasileirinho, Cj. Renascer	João Paulo II	9.972,47	828
54	Serviços de sondagem e percussão no terreno da Câmara Municipal de Manaus	Santo Antônio	3.600,00	1344
55	Construção do Centro Comunitário da Praça 14 à Av. Tarumã	Praça 14	148.586,48	878
56	Serviços de engenharia para usinagem de areia asfáltica a quente com fornecimento de material	Diversas vias	6.935.376,39	706, 768, 790, 910, 911, 1020, 1073, 1290, 1368, 1418, 1745, 1799 e 1807
57	Construção do Centro Comunitário do Morro da Liberdade à Rua Hermínio Barbosa, s/nº	Morro da Liberdade	69.666,50	1782
58	Construção do Centro Comunitário do Crespo no Beco Olaria s/nº (Valor Parcial)	Crespo	36.854,48	1899, 1949 e 2508
59	Construção do Centro Comunitário do Lírio do Vale à Rua Girassol, s/nº (Valor Parcial)	Lírio do Vale	61.893,60	2041 e 2441
60	Construção de área coberta no Centro Social São Benedito no Beco São, nº 04, Comunidade Nova Jerusalém	Petrópolis	34.728,34	1917
61	Construção do Centro Comunitário do São José II à Rua 11 c/ Rua da Penetração I	São José II	69.403,39	1994
62	Construção do Centro Comunitário e muro à Rua Itapemirim	Terra Nova	110.316,27	2236
A transportar/Total			36.349.225,93	





RELAÇÃO DE OBRAS E SERVIÇOS PÚBLICOS CONTRATADOS PELO PODER PÚBLICO MUNICIPAL
NO EXERCÍCIO DE 2001

SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS, SANEAMENTO BÁSICO E SERVIÇOS PÚBLICOS - SEMOSB (Continuação)

Item	Discriminação da obra / serviços	Localidade	Valor (R\$)	Empenhos
	TRANSPORTE		36.349.225,93	
63	Construção da sede da URBAM à Av. Brasil, nº 1102 - (Valor Parcial)	Compensa	1.000,00	1411 e 2431
64	Construção do corredor exclusivo de ônibus	Zona Norte	3.950.735,82	516, 732, 949, 1247, 1428, 1940, 2065, 2083, 2158, 2444, 2452, 2477 e 2491
65	Construção do corredor exclusivo de ônibus	Zona Leste	3.775.446,56	559, 865, 1150, 1840, 2066, 2084, 2131, 2159, 2164, 2421, 2427, 2436, 2451, 2453, 2454, 2475 e 2478
66	Construção de Terminal	Jorge Teixeira	2.591.378,93	1114, 1836, 1939, 1941, 2063, 2082, 2104, 2293, 2442, 2462 e 2476
67	Construção de Terminal	Cidade Nova	2.038.339,55	1349, 1350, 2130, 2428 e 2450
68	Construção de Terminal	São José	2.241.213,60	889, 1375, 1429, 2064, 2125, 2292, 2443, 2449 e 2461
69	Demolição e construção de muros no corredor exclusivo de ônibus - corredor leste	Zona Leste	160.000,00	1397 e 1398
70	Demolição e construção de muros no corredor exclusivo de ônibus no trecho do terminal da Cidade Nova, Viaduto Senador Álvaro Maia e Constantino Nery (Valor Parcial)	Cidade Nova	102.039,12	1417 e 2432
71	Construção de galeria à Av. Rodrigo Otávio J. Ramos	Japiim	149.699,43	260, 90375 e 90385
72	Construção da cortina atirantada do Viaduto da Paraíba à Rua Duque de Caxias c/ Rua Paraíba	Adrianópolis	221.999,32	432
73	Construção da rede de esgoto e de 10 fossas cilíndricas em concreto armado à Av. João Paulo, s/nº	São Sebastião	87.624,68	931
74	Construção de rede em alta/baixa tensão e subestação de 75 KVA à Av. João Paulo, s/nº	São Sebastião	59.632,42	945
75	Serviços na elaboração de projetos e levantamento do pontilhão da Av. Constantino Nery com o Igarapé do Mindu	Chapada	50.616,00	935
76	Serviços de engenharia para usinagem de areia asfáltica a quente com fornecimento de material	Diversas vias	1.344.000,00	2110, 2297 e 2398
77	Construção da cobertura da Associação dos Idosos da Terceira Idade à Rua Dom Bosco	Coroado II	71.000,00	376, 1890 e 2437
78	Construção da Associação de Moradores à Rua 08, s/nº	Alfredo Nascimento	83.733,88	2092
79	Ampliação do prédio da Associação dos Idosos Futuristas do Amazonas à Rua Borba c/ Rua Manicoré	Cachoeirinha	149.392,19	602, 1033 e 1059
80	Ampliação da Fundação Villa Lobos à Rua Recife, s/nº - (Valor Parcial)	Parque Dez	31.563,27	2091 e 2511
81	Urbanização do Centro Social para Idosos da Betânia à Rua da Paz c/ Rua São Lázaro	Betânia	55.537,87	1048
82	Construção de casa de bomba, bica pública e caixa d'água à Rua "O" c/ Rua "T"	Santa Inês	8.616,30	1858
83	Construção de reservatório com estrutura em concreto armado, colocação de bomba e quadro elétrico no Chapéu de Palha à Rua Francisco Queiroz, s/nº	Col. Oliveira Machado	9.634,82	2121
A transportar/Total			53.532.429,69	





RELAÇÃO DE OBRAS E SERVIÇOS PÚBLICOS CONTRATADOS PELO PODER PÚBLICO MUNICIPAL
NO EXERCÍCIO DE 2001

SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS, SANEAMENTO BÁSICO E SERVIÇOS PÚBLICOS - SEMOSB (Continuação)

Item	Discriminação da obra / serviços	Localidade	Valor (R\$)	Empenhos
	TRANSPORTE		53.532.429,69	
84	Construção de banheiros e lavanderia comunitária à Rua Amazonino Mendes	Santa Etelvina	37.860,19	733
85	Obra complementar da praça e quadra de esportes à Rua Virgílio Ramos c/ Rua 05 de Setembro	São Raimundo	57.530,26	373
86	Instalação de poste em estilo colonial com luminária completa à Rua Monsenhor Coutinho c/ Rua Tapajós, nº 175	Centro	3.900,00	2010
87	Construção de marcenaria, muro e urbanização no Centro de Atendimento da Criança e do Adolescente à Rua Marginal, s/nº - (Valor Parcial)	São José IV	61.000,00	2178 e 2486
88	Construção de praça de alimentação com 16 boxes e banheiros à Rua Atroaris, Núcleo I	Cidade Nova	100.000,00	2179
89	Obra de humanização e revitalização à Rua Marechal Deodoro	Centro	380.466,94	258, 261, 90376 e 90386
Total da Gestora (1)			54.173.187,08	



ANEXO 15

Contenções realizadas nas voçorocas em
Manaus (1987 a 2006)

Características gerais das contenções de voçorocas realizadas na área urbana de Manaus (1987 a 2006)

Ord.	Contenção	Descrição	Objetivo	Erro	Como deveria ter sido feito	Acerto
1	Desvio das águas de superfície (chuva escoada) através de saída d'água. Obra realizada por empresa contratada pela SUFRAMA em 2006.	Caixa coletora e escadaria (degraus) em alvenaria.	Evitar que a água da chuva escoada pela rua e direcionada por canaletas continuasse a ser despejada na cabeceira da voçoroca e provocasse a expansão desta, localizada no Distrito Industrial. (n=1)	Subdimensionamento da escadaria (largura e altura das bordas), uso de alvenaria, grande inclinação dos degraus, ausência de dissipador de energia na parte final da estrutura, talude no entorno da estrutura sem vegetação e o contato da borda da estrutura com o solo sem proteção.	A largura e altura da borda da escadaria deveriam ser maiores a fim de evitar o transbordamento da água escoada, inclinação dos degraus deveria diminuir a velocidade da água ao invés de aumentar, usar concreto ao contrário do uso de alvenaria, construção de dissipador de energia na parte final da escadaria (ex.: caixa coletora), talude vegetado e proteção da lateral da estrutura (ex.: saco solo-cimento).	A estrutura se estendia da rua até o nível do curso d'água a jusante.
2	Desvio das águas de superfície (chuva escoada) através de tubulação. Obra realizada por empresa contratada pela PMM em 1995.	Tubulação de 0,5 m de diâmetro para as águas pluviais e servidas.	Desviar a água da chuva e servida da cabeceira da voçoroca para permitir o início de obras de contenção em 2 voçorocas no Conj. Habitacional Canaranas.	Além do fato de a estrutura não se estender até o nível inferior do terreno a canaleta foi construída sem degraus (reta). Somam-se a esses erros os mesmos descritos no item acima.	A canaleta deveria ser na forma de escadaria e se estender da rua até o nível inferior do terreno. O restante das recomendações segue igual ao descrito no item acima.	O desvio realizado para dar suporte a obra de contenção na voçoroca existente.
3	Desvio das águas pluviais e servidas, saída d'água e aterro. Obra realizada por empresa contratada pela PMM em 1995.	Tubulação de 0,5 m de diâmetro para as águas pluviais e servidas, saída d'água em escadaria de concreto e aterro na forma de	A tubulação foi usada para o desvio das águas e permitir as obras de aterro em 2 voçorocas. A saída d'água em escadaria para suavizar a passagem da água. Conjunto	A tubulação de desvio favoreceu a formação de duas novas voçorocas. A saída d'água apresentava falhas estruturais (ferros expostos e buracos na extensão final) além de ter sido subdimensionada (largura e altura das bordas). Patamares poucos vegetados. A escadaria	Cuidados com o despejo das águas oriundas da tubulação deveriam ter sido tomados (ex.: dissipadores de energia). A saída d'água deveria ter sido concluída com qualidade e, sobretudo ter sido construída em tamanho superior à vazão média das máximas de chuva e água servida. Os patamares deveriam ter sido densamente	A proposta de contenção com desvio, patamares e saída d'água em escadaria está adequada, desde que observadas os cuidados descritos no item anterior.

		patamares gramados.	Habitacional Canaranas.	final em <i>rip-rap</i> mal ajustada.	gramados. Melhor ajuste dos sacos solo-cimento a fim de evitar o deslocamento destes.	
4	Saída d'água e patamares gramados Obra realizada por empresa contratada pelo Aeroporto Internacional de Manaus.	Patamares gramados constituídos de saídas d'água com dissipadores de energia.	Reconstituir o local afetado com a construção dos patamares gramados e saída d'água com dissipador de energia para conter o avanço das voçorocas (n=2).	Nenhum.	Nada a acrescentar.	O projeto foi desenvolvido e aplicado conforme as características do local.
5	Predominantemente plantio de espécies frutíferas. Ação realizada por moradores residentes próximos das áreas afetadas.	Plantio de espécies frutíferas como bananeira, cupuaçu e mangueira.	Conter o avanço de 11 voçorocas nos seguintes locais: Hiléia (n=1), Redenção (n=1), Colônia Antonio Aleixo (n=3), Mauzinho (n=2), Jorge Teixeira (n=2), São José (n=2)	Adição de lixo doméstico.	Não utilizar lixo doméstico e em alguns casos industrial na contenção de voçorocas. O resultado pode ser mal cheiro e ambiente propício a proliferação de ratos, baratas, insetos (ex.: mosquito da dengue).	O plantio de diversas espécies no interior e na borda da incisão e a interrupção do lançamento de água da chuva ou servida para a voçoroca.
6	Desvio de tubulação, construção de nova saída d'água e aterro. Ação realizada por empresa contratada pela SUFRAMA em 2006	Aterro, desvio das águas pluviais e servidas por meio de tubulação e construção de saída d'água em escadaria de concreto.	Conter o avanço de 2 voçorocas no Distrito Industrial. Sendo uma originária de obra de contenção anterior.	A adição rápida de aterro acabou provocando o entupimento da passagem do curso d'água sob a pista. Como consequência ocorreu a inundação do vale. Baixa densidade de gramíneas na área do aterro (talude) deixa a superfície do talude susceptível ao surgimento de sulcos.	Deveria ter havido uma maior preocupação com o aterro, evitando assim que famílias fossem afetadas pela inundação do vale. Maior compactação do material utilizado no aterro e adensamento de gramíneas.	A saída d'água foi construída do outro lado da pista dentro de padrões específicos para a área.

7	Ampliação e pavimentação de vias de acesso Ação realizada pela PMM	Predominante mente terraplanagem	Pavimentação de vias de acesso. Nenhuma ação específica foi realizada para as voçorocas (n=8). Armando Mendes (n=3), Jorge Teixeira (n=2), Cidade Nova (n=3)	Nenhum	Nenhum	Está no fato de as obras de terraplanagem dirigidas para um propósito acabaram extinguindo as incisões existentes. Essas voçorocas não haviam atingido o nível do lençol freático, caso contrário essa ação não teria surtido o mesmo efeito
8	Processo de terraplanagem. Ação realizada por empresa contratada pela Petrobrás.	Aparentemente através de terraplanagem	Sem informação Vila Buriti (n=1)	Sem informação.	Sem informação.	Através de imagens do <i>QuickBird</i> (2004) é possível perceber que esta incisão foi extinta.
9	Barragens de contenção e plantio florestal. Pesquisa acadêmica em parceria pela UFAM e INPA em área no 1º BIS (Amv).	Uso de espécies florestais e aplicação da técnica de barreamento (barragens de madeira).	Conter o avanço de uma voçoroca através de pequenas barragens de madeira e com adição de vegetação tanto no interior da incisão quanto na área de contribuição. São Jorge (n=1)	Sem informação. Pesquisa em andamento.	Sem informação. Pesquisa em andamento.	A simplicidade da técnica tem demonstrado bons resultados até o momento, com a retenção de sedimentos no interior da incisão e crescimento rápido das espécies vegetais introduzidas (bambus).

- 31 obras de contenção empregadas para 27 voçorocas.