

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
UTILIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS**

**MOVIMENTOS DE MASSA NOS BARRANCOS DO RIO ACRE E
SUAS IMPLICAÇÕES SÓCIO-ECONÔMICAS NA ÁREA URBANA
DE RIO BRANCO / ACRE**

**MESTRANDA: MARIA DO SOCORRO BEZERRA DE LIMA
ORIENTADOR: PROF. DR. ALCEU RANZI
CO-ORIENTADOR: PROF. DR. EDGARDO MANOEL LATRUBESSE**

Florianópolis, 30 de julho de 1998.

MARIA DO SOCORRO BEZERRA DE LIMA

**MOVIMENTOS DE MASSA NOS BARRANCOS DO RIO ACRE E
IMPLICAÇÕES SÓCIO-ECONÔMICAS NA ÁREA URBANA DE
RIO BRANCO / ACRE**

**Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre,
Curso de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geociências,
Universidade Federal de Santa Catarina.
Orientador: Prof. Dr. Alceu Ranzi.
Co-Orientador: Dr. Edgardo M. Latrubesse.**

**Florianópolis
1998**

LIMA, Maria do Socorro Bezerra de. **Movimentos de Massa nos Barrancos do Rio Acre e suas Implicações Sócio-Econômicas na Área Urbana de Rio Branco/Acre.** Florianópolis, 1998. 235p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Dr. Alceu Ranzi

Defesa: 30/07/98

Análise dos processos erosivos por movimentos de massa nas margens do Rio Acre, no trecho onde se situa o sítio urbano de Rio Branco, capital do Estado do Acre. Na área em questão são observáveis a presença de cicatrizes antigas e atuais. Sendo que, a importância desses processos erosivos, não reside apenas no volume de material mobilizado todos os anos, mas também por afetar diretamente as populações residentes na área. Os estudos mostraram que a dinâmica fluvial através do solapamento basal é o principal mecanismo, responsável não só pelo desencadeamento desses processos, mas também pela evolução do relevo regional, através do recuo lateral de suas margens.

Palavras-chave: movimento de massa; dinâmica fluvial; sócio-econômico.

MARIA DO SOCORRO BEZERRA DE LIMA

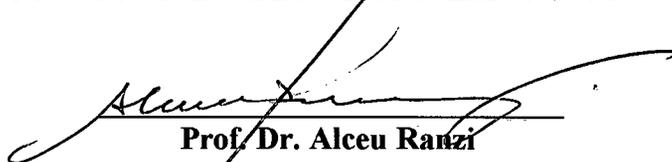
**MOVIMENTOS DE MASSA NOS BARRANCOS DO RIO ACRE E
IMPLICAÇÕES SÓCIO-ECONÔMICAS NA ÁREA URBANA DE
RIO BRANCO / ACRE**

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

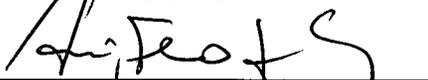


Prof.^a Dr.^a Leila Christina Duarte Dias
Coordenadora do Curso de Pós-Graduação em Geografia

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM 30/07/98



Prof. Dr. Alceu Ranzi
Orientador



Prof. Dr. Luiz Fernando Scheibe
Membro

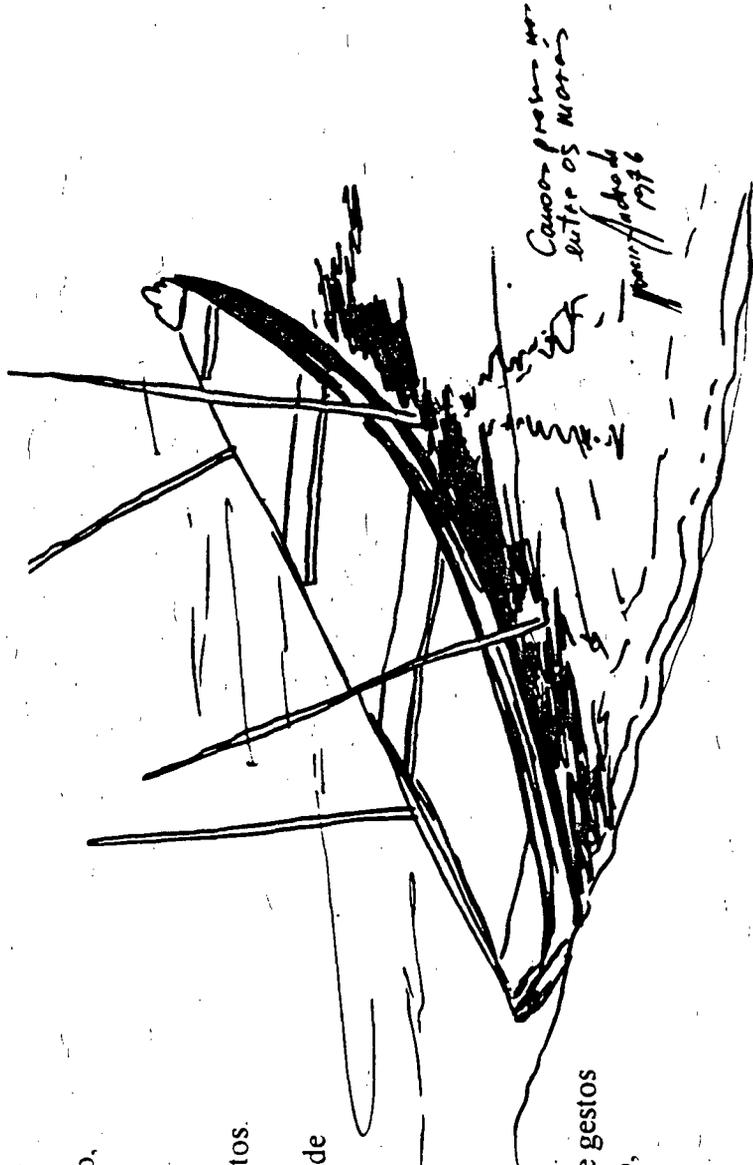


Prof.^a M.Sc. Maria Dolores Buss
Membro

A CANOA

Do que fui, sou agora uma canoa
Não mais a árvore, estática,
Na postura cilíndrica vertical.
Do que fui, sou agora horizontal veículo,
Debruçado no abismo líquido do rio.
Sou convite permanente das distâncias
Líquidas distâncias povoadas
De bailarinos aquáticos, cobichados alimentos.
Sob o meu casco, zelam os eloins,
As lendas e as canções que a água esconde
reinventando os puiruns dos Devas
nas manhãs nevoentas de inverno.
Do que fui, sou agora uma canoa,
ostiário de estrelas e manhãs,
Esperança que a brisa acaricia,
Nas largas remadas de fluidas espumas.
Do que fui, sou agora uma canoa, murmúrio e gestos
De chegadas fartas, monge encastelado,
Auroras calmas,
Natureza e benções, abertas para o céu.

Moacir Andrade



AGRADECIMENTOS

Se a configuração final de um trabalho científico não é fácil, uma vez que, deve expressar de forma clara, objetiva e normatizada o objeto de investigação, muito menos o é, a responsabilidade do pesquisador em assinar sozinho a autoria de um trabalho científico, uma vez que este resultou de um processo coletivo e enriquecedor.

Processo este, em muito limitado aos “bastidores” da pesquisa. Esses “bastidores” ocultam um emaranhado de vínculos e experiências riquíssimas de caráter eminentemente subjetivos que em geral não se tornam públicos. Mas, são eles que imprimem e marcam de forma contundente as páginas de nossa vida.

Neste sentido é que gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos às Instituições e pessoas com as quais tive o prazer de conviver nos “bastidores” dessa pesquisa e que tornaram este trabalho possível.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alceu Ranzi cuja paixão e pioneirismo dos trabalhos desenvolvidos na Amazônia são exemplos de admiração e de dedicação à ciência em uma região tão fascinante e intrigadora. Mas, principalmente pela amizade e companheirismo construído ao longo desse período de convívio.

Ao meu co-orientador Dr. Edgardo Manoel Latrubesse, pelo exemplo como pesquisador, pelo incentivo e amizade que permearam os anos de convívio.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio e financiamento da pesquisa no decorrer destes dois anos e meio, à Universidade Federal do Acre através do Departamento de Geografia nas pessoas do Prof.

Dr. Manuel Calaça (então Chefe daquele Departamento), Prof. Maria do Socorro Oliveira Maia, Professor Domingos José de Almeida Neto, Prof. Raimundo Melo e Mário Sérgio que auxiliaram no início do trabalho.

Ao Sr. Lins, Chefe do Setor de Transportes pela atenção dispensada a todos os pedidos de liberação para as saídas de campo. Ao Viana e ao Edson sempre tão disponíveis para a realização desta tarefa e, principalmente, pela amizade. Ao Sr. Theodoro S. Quintela da Estação Meteorológica da UFAC pela atenção e prontidão em ceder todos os dados de precipitação utilizados nesta pesquisa.

Ao Sr. Alberto da Silva Cordeiro da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Acre, sempre atencioso, mesmo a distância nunca hesitou em fornecer dados tão indispensáveis a esta pesquisa. Meus sinceros agradecimentos.

Ao jornal e a emissora de televisão A GAZETA que muito gentilmente permitiram o manuseio de seus acervos e cederam sem hesitação muitas das fotos que ilustram este trabalho.

À Universidade Federal de Santa Catarina, através do Departamento de Geociências nas pessoas da Prof. Dr.^a. Leila Christina Duarte Dias, Dr.^a Maria Gerusa Duarte, Dr.^a Sandra Maria de Arruda Furtado, Prof. M.Sc. Maria Dolores Buss, Prof. M.Sc. João Carlos da Rocha Grê, Prof. Dr. Luiz Fernando Scheibe pela acolhida e pela troca de experiências no decorrer do curso, aos Prof. Dr. Joel Pellerin e Dr. Marcelo Accioly Teixeira de Oliveira, grandes mestres que me proporcionaram uma re-leitura teórica e prática da Pedologia e da Geomorfologia, para mim tão distantes e que tão gentilmente sempre estiveram disponíveis as minhas eternas dúvidas. Meu muito obrigada.

A Secretaria Municipal de Educação de Manaus pela liberação concedida para a conclusão do trabalho.

Muitas experiências e amizades foram adquiridas durante a realização dessa pesquisa. Nesse sentido, gostaria de agradecer aos amigos Cátia Cilene, Júlio Mota, Marcos Soares, Elias Sarkis, Hélio Guedes e Sâmia Aquino companheiros de pesquisa do Laboratório de Geomorfologia e Sedimentologia do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Acre com os quais tive o prazer de conviver e de desfrutar do companheirismo, especialmente na realização dos trabalhos de campo. Ao Tadeu Coelho pela amizade e empenho na agilização dos trâmites burocráticos da Universidade. À Jaqueline Villareal pela atenção, carinho e amizade.

Às populações ribeirinhas da cidade de Rio Branco, pessoas com as quais convivi diretamente durante a realização dos trabalhos de campo, onde a dinâmica natural imposta pelo sistema fluvial na área cria verdadeiros laços de esperança e solidariedade. A vocês verdadeiros “abaetetubas” minha admiração e meu respeito.

Aos colegas do curso de pós-graduação, pelas amizades construídas em meio ao turbilhão de dúvidas e incertezas, dentre eles o Fábio, Sandra, Jair, Sônia, Rosa, Marga, Bia, Eloísa, Naum e Aldo.

Ao João Sérgio de Oliveira e Nivaldo Nunes do Laboratório de Sedimentologia do curso de Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina pela amizade, empenho e ajuda durante a realização dos ensaios de laboratório, quando as amostras insistiam em fiocular e me deixarem desesperada. À Sra. Maria Margarete de S. Silveira, ao Sr. Moacir João Espindola e Sra. Maria de Lurdes da Silva da Biblioteca Setorial do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da UFSC.

À Edna Lindaura cuja paixão pela Geomorfologia e sua simplicidade pela vida, merecem minha profunda admiração. A sua ajuda, dedicação e sugestões oportunamente feitas à essa pesquisa foram fundamentais e muito esclarecedoras.

Ao José Luís (Zezinho) por sua disponibilidade em sempre ajudar, pelo carinho e os laços de amizade criadas ao longo desse tempo.

À Sarvin pelo convívio diário nesse período e pelos desenhos de algumas ilustrações.

À Lilian e a Helô de quem tive o privilégio de desfrutar da amizade e do carinho e, com as quais pude compartilhar muitos sonhos, muitas experiências onde ir ao campo não significa apenas se aproximar daquilo que se deseja conhecer e investigar, ir ao campo é descobrir, é criar, é vivenciar e partilhar de inesquecíveis experiências. Viver cada dia, significa muito mais que simplesmente existir, é se aventurar, se doar, é partilhar e, principalmente amar. A vocês só posso retribuir com o convívio da minha amizade que com certeza não encontrará limites no tempo e no espaço.

À Valdecyra, a Suely e a Jesus, amizade construídas sob os desejos das Potâmidas, no cheiro da terra molhada, do encontro e desencontro do nosso rio-mar, das quais desfrutei do convívio diário e, em meio ao turbilhão de racionalidades, construímos um espaço amazônico bem no meio da Ilha onde se aliavam esperanças, trabalho, seriedade, comicidade e desejos, tornando as dificuldades mais leves, as angústias menos duradouras, as crises menos profundas e os sonhos possíveis.

A minha Diretora Prof^a. Ana Conceição Abecassis Altino que me apoiou e não impôs obstáculos a meu afastamento de sala de aula durante este período, mesmo que isso significasse sérias implicações. Ana, obrigada pela sua amizade e compreensão.

Obrigada. Ao Sr. Fernando Filho por sua oportuna intervenção e pela amizade. A Patrícia e ao Paulo pela sistematização e digitação dos dados de precipitação contidos nesse trabalho, mas principalmente pelo carinho e amizade de vocês e de muitos outros do “ciclo” e, que representam páginas significativas de minha história de vida.

Aos amigos, José Max, Artemísia Vale, Daniel Carvalho, João Danúzio, Mírcia, Edmilson e Victor Filho que sempre tiveram uma palavra amiga e de incentivo para que eu continuasse a despeito das dificuldades. A vocês obrigado pela amizade e por dividirem junto comigo o sonho de construir uma sociedade melhor.

A minha querida e inseparável amiga Carmen Marques tão “onipresente”, que incondicionalmente sempre aceitou dentre outros desafios , aventuras e desventuras, o da “clandestinidade”. Amada, muitas amizades são imprescindíveis e a sua sem dúvida é uma delas. A você, gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos, meu carinho e minha amizade por muitos outros pores-de-sol.

A minha família, especialmente a minha mãe e minha avó que mesmo precisando de mim suportaram com resignação a minha ausência. A vocês meu eterno amor. Ao meu Deus, pela vida e por seu amor, pelas bênçãos concedidas em minha vida.

SUMÁRIO

Lista de Mapas
Lista de Quadros
Lista de Gráficos
Lista de Figuras
Lista de Tabelas
Lista de Fotos
RESUMO
ABSTRACT

INTRODUÇÃO 19

CAPÍTULO I

1 - A Natureza Singular de um Estado Amazônico 28

CAPÍTULO II

2 - A Amazônia e as Cidades das Águas 42

2.1 - Rio Branco: Breve Considerações de sua Expansão e
Problemas Urbanos 44

2.2 - Movimentos de Massa na Cidade de Rio Branco 55

CAPÍTULO III

3 - O Trabalho do Rio na Dinâmica Evolutiva do Relevo Regional 61

3.1 - Evolução do Relevo da Bacia de Drenagem do Rio Acre 65

3.2 - A Dinâmica Fluvial do Rio Acre e sua Relação com os
Movimentos de Massa 81

CAPÍTULO IV

4 - Movimentos de Massa: Fatores, Mecanismos e Materiais Envolvidos no Processo	88
4.1 - Principais Movimentos de Massa Identificados na Cidade de Rio Branco	97
4.1.1 - Movimentos de Massa Associados Lentos	101
4.1.1.1 - Principais Tipos de Movimentos de Massa Associados Lentos	103
1 - Escorregamentos	103
2 - Rastejo	106
3 - Fluxos de Terra	108
4.1.2 - Movimentos de Massa Rápidos Pontuais	109
4.1.2.1 - Principal Tipo de Movimento de Massa Rápido Pontual	110
1 - Desmoronamento	110
4.2 - Evolução dos Movimentos de Massa nas Barrancas do Rio Acre	112

CAPÍTULO V

5 - Características da Estrutura Superficial dos Materiais na Área de Estudo	117
5.1 - Apresentação dos Perfis	120
5.2 - Apresentação das Toposseqüências	122
5.3 - Descrição da Natureza e Organização dos Materiais Presentes na Área de Estudo	125
1 - Descrição da Organização e Distribuição dos Volumes dos Materiais Encontrados na Cicatriz MB1 - Mov. Massa Lento Associados	126
2 - Descrição da Organização e Distribuição dos Volumes dos Materiais Encontrados na Cicatriz MG2 e MG3 - Mov. Massa Rápidos Pontuais	135
5.4 - Características Texturais	139
5.5 - Comportamento Hídrico da Área	156

5.6 - Funcionamento Hidrológico do Rio Acre	161
---	-----

CAPÍTULO VI

6 - Hipóteses sobre a Evolução da Forma das Cicatrizes Estudadas	165
6.1 - Principais Hipóteses	165
a - Mudanças nas Condições de Estabilidade	165
b - Elevação das Águas do Rio Acre	171
c - Rebaixamento Rápido do Lençol de Água	172
d - Magnitude e Frequência das Precipitações	176
e - Geração de Poro-Pressões e Diminuição da Coesão Aparente	178
f - Influência do Escoamento Subterrâneo sob o Banco de Erosão	179
g - Diminuição dos Parâmetros de Resistência dos Materiais por Intemperismo	183
6.2 - Proposta de um Modelo Geomorfológico	185

CAPÍTULO VII

7 - A Importância dos Rios na Vida dos Povos da Floresta	190
As Águas de Março	191
O Rio de Lama	197

CONSIDERAÇÕES FINAIS	205
----------------------	-----

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	208
----------------------------	-----

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	217
-------------------------	-----

ANEXO I - Topossequências	
---------------------------	--

LISTA DAS ILUSTRAÇÕES

LISTA DE MAPAS

MAPA 01 - Mapa Político do Estado do Acre	28
MAPA 02 - Mapa da Precipitação Anual do Estado do Acre	29
MAPA 03 - Mapa de Circulação Atmosférica, Destacando a atuação da mPa	30
MAPA 04 - Mapa das Unidades Morfoestruturais	31
MAPA 05 - Mapa Geológico do Estado do Acre	32
MAPA 06 - Mapa Geomorfológico do Estado do Acre	34
MAPA 07 - Mapa de Solos do Estado do Acre	36
MAPA 08 - Mapa de Solos do Município de Rio Branco	38
MAPA 09 - Mapa de Vegetação do Estado do Acre	39
MAPA 10 - Mapa da Evolução Urbana de Rio Branco	49
MAPA 11 - Cota Topográfica de Rio Branco e seus Arredores	51
MAPA 12 - Mapa das Áreas Alagáveis de Rio Branco e seus Arredores	52
MAPA 13 - Mapa do Zoneamento da Cidade de Rio Branco	54
MAPA 14 - Mapa de Localização da Área de Estudo	57
MAPA 15 - Mapa da Bacia de Drenagem Amazônica	63
MAPA 16 - Mapa da Bacia de Drenagem do Rio Acre	67
MAPA 17 - Mapa do Sítio Urbano de Rio Branco e seus Arredores, Destacando os Meandros Abandonados e as Áreas Afetadas pelos Movimentos de Massa	78
MAPA 18 - Mapa das Áreas Afetadas pelo Movimento de Massa na Cidade de Rio Branco	99

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 - Sumário Geológico Estratigráfico	35
QUADRO 02 - Características da Bacia de Drenagem do Rio Acre	66
QUADRO 03 - Quadro dos Níveis Máximos e Mínimos do Rio Acre em Rio Branco	69
QUADRO 04 - Distribuição dos Bairros por Zona de Inundação Fluvial em Rio Branco	193
QUADRO 05 - Distribuição dos Bairros por Zona de Inundação Pluvial em Rio Branco	193
QUADRO 06 - Distribuição dos Bairros Sujeitos a Ação de Movimento de Massa	199

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01 - Evolução Demográfica da População Urbana de Rio Branco	46
GRÁFICO 02 - Gráfico dos Níveis Máximos e Mínimos do Rio Acre na Cidade de Rio Branco	68
GRÁFICO 03 - Gráfico do Período de Recorrência	70
GRÁFICO 04 - Gráfico de Textura da Superfície de Arranque - Mov. Massa Lento ACFPP1	139
GRÁFICO 05 - Gráfico de Textura da Amostra do Interior da Cicatriz MB1 - Mov. Massa Lento P1.2.1	141
GRÁFICO 06 - Gráfico de Textura do Afloramento na Parede do Barranco da Cicatriz MB1 - Mov. Massa Lento ACBB	142
GRÁFICO 07 - Gráfico da Textura do Perfil Selecionado da Cicatriz MB1 - Movimentos de Massa lentos	143
GRÁFICO 08 - Gráfico de Textura da Cicatriz MG3 - Mov. Massa Rápido ACGP1	145
GRÁFICO 09 - Gráfico de Textura da Cicatriz MG3 - Mov. Massa Rápido ACGP2	146
GRÁFICO 10 - Gráfico de Textura da Cicatriz MG3 - Superfície de Arranque Mov. Massa Rápido ACGP3	147
GRÁFICO 11 - Gráfico de Textura da Cicatriz MG2 - Superfície de Arranque Mov. Massa Rápido ACGPA	148
GRÁFICO 12 - Histograma dos Totais Pluviométricos Anuais de Rio Branco	155
GRÁFICO 13 - Gráfico das Precipitações Médias Anuais de Rio Branco	156
GRÁFICO 14 - Precipitação Total em Rio Branco	160
GRÁFICO 15 - Gráfico dos Níveis Máximos e Mínimos do Rio Acre e Médias do Rio em Rio Branco - 1971 a 1997	162
GRÁFICO 16 - Gráfico Anual dos Níveis das Águas do Rio Acre em Rio Branco - 1995	163
GRÁFICO 17 - Gráfico Anual dos Níveis das Águas do Rio Acre em Rio Branco - 1996	163
GRÁFICO 18 - Gráfico Anual dos Níveis das Águas do Rio Acre em Rio Branco - 1997	164

GRÁFICO 19 - Cota do Nível das Águas do Rio Acre	175
--	-----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - Localização das Cicatrizes Monitoradas na Área de Estudo	60
FIGURA 02 e 03 - Meandros Abandonados Encontrados no Município de Rio Branco	72
FIGURA 04 - Feições Morfológicas Típica de Rio Meandrante	74
FIGURA 05 - Meandro Ativo Localizado no Sítio Urbano de Rio Branco	79
FIGURA 06 - Relação de Forças na Análise de Equilíbrio-limite	81
FIGURA 07 - Tipos de Movimentos de Massa	90
FIGURA 08 - Feições de um Escorregamento	102
FIGURA 09 - Perfil Topográfico da Cicatriz MB1 - Movimento de Massa Lento - Destacando as Diferentes Zonas e o Nível d'água	104
FIGURA 10 - Movimento de Massa do Tipo Rastejo	105
FIGURA 11 - Formação de Terracetes	106
FIGURA 12 - Esboço Esquemático indicando os Principais Movimentos de Massa Encontrado na Área de Estudo	114
FIGURA 13 - Características da Evolução dos Movimentos de Massa na Cidade de Rio Branco	115
FIGURA 14 - Cicatrizes MB1, MG2 e MG3 Resultantes dos Movimentos de Massa Monitoradas Durante a Pesquisa	118
FIGURA 15 - Localização dos Perfis e das Topossequências	123
FIGURA 16 - Distribuição Granulométrica dos Sedimentos Encontrados na Cicatriz MB1 - Movimento de Massa Lento	130
FIGURA 17 - Distribuição Granulométrica dos Sedimentos Encontrada na Cicatriz MG2 e MG3 - Movimento de Massa Rápido	137
FIGURA 18 - Diagrama Triangular de Classificação de Solos de acordo com a Granulometria	151
FIGURA 19 - Diagrama Triangular de Classificação de Solos segundo a Procedência	152
FIGURA 20 - Distribuição Pluviométrico Diária da Área de Estudo	159
FIGURA 21 - Representação Esquemática em uma Zona de Ruptura	166
FIGURA 22 - Bloco Diagrama Ilustrando Aspectos de um Fluxo Tridimensional	167
FIGURA 23 - Bloco Diagrama Ilustrando Fluxo Helicoidal numa Curva de Meandro	168

FIGURA 24 - Diagramas Mostrando o Efeito do Abaixamento Rápido do Nível da Água	173
FIGURA 25 - Modelo Hipotético Responsável pela Ruptura das Barrancas do Rio Acre	182
FIGURA 26 - Bloco Diagrama Ilustrando o Mecanismo Causador do Fenômeno das Terras-Caídas	186
FIGURA 27 - Bloco Diagrama Sumarizando o Ciclo de um Escorregamento	187

TABELAS

TABELA 01 - Textura da Amostra ACFPP1	139
TABELA 02 - Textura da Amostra P1.2.1	140
TABELA 03 - Textura da Amostra ACBB	142
TABELA 04 - Textura da Amostra ACGP1	144
TABELA 05 - Textura da Amostra ACGP2	146
TABELA 06 - Textura das Amostras ACGP3	147
TABELA 07 - Textura da Amostra ACGP4	148
TABELA 08 - Cota do Rio Acre	175

FOTOS

FOTOS 01-04 - Enchentes na Cidade de Rio Branco	195/196
FOTOS 05-10 - Foto de Movimento de Massa na Cidade de Rio Branco	201/203

RESUMO

A presença de processos erosivos por movimentos de massa nas margens do Rio Acre são uma constante, especialmente no trecho do canal onde se situa o sítio urbano de Rio Branco, capital do Estado do Acre.

Na área em questão são observáveis a presença de inúmeras cicatrizes, antigas e atuais, principalmente, do tipo escorregamentos (*slumps*). Essas cicatrizes ocorrem frequentemente em setores com declividade relativamente forte.

A importância desses processos erosivos não reside apenas no volume de material mobilizado todos os anos, mas também por afetar diretamente as populações residentes na área e por colocar em risco o importante patrimônio arquitetônico da cidade que data das primeiras décadas do século XX, fruto da atividade extrativa da borracha.

Neste sentido, procurou-se compreender os mecanismos responsáveis pelo desencadeamento dos movimentos de massa na área em questão.

Para tanto, foram selecionadas duas áreas de ocorrência com três cicatrizes, representativas da evolução do processo para a realização de estudos detalhados.

Procurou-se reconhecer e caracterizar os distintos tipos de movimentos de massa presentes na área, bem como a organização e natureza dos materiais constituintes dos barrancos e sua importância na diferenciação dos fenômenos registrados na área.

Os estudos mostraram que a dinâmica fluvial através do solapamento basal é o principal mecanismo responsável não só pelo desencadeamento desses processos, mas também pela evolução do relevo regional através do recuo lateral de suas margens.

Avaliou-se também as implicações sócio-econômicas decorrentes da ação desses processos erosivos, os quais promovem o deslocamento da população e ocasionam perdas materiais e a destruição completa ou parcial de ruas, rede de energia elétrica e de abastecimento de água.

ABSTRACT

The continuous erosional processes on the banks of the Acre River (Rio Acre), assumes importance to the portion where the channel of the river crosses the urban area of the city of Rio Branco, capital of the State of Acre. On the area are noted the presence of several scars, old and new ones, produced by mass movements. These scars occur frequently in sectors of relatively strong declivity.

The erosional processes are not only important by the volume of material carried out by the river every year, but also by the bad effects on the population living on the area and the risks of destruction of parts of the city with old houses erected during the rubber boom in the first decades of the twentieth century.

In this sense, it was attempted to understand the mechanisms responsible for the processes of mass movements in the zone under investigation. For such proposal, were selected for detailed studies, two sections of occurrence with three scars, representing the evolution of the processes.

It was tried to recognize and identify the different kinds of mass movements in the area, as well as the organization and origin of the sediments in the banks and its importance to distinguish the different types of occurrences in the area.

The studies showed that the fluvial dynamics through the basal erosion is the main mechanism responsible not only for the starting of these processes but also for the evolution of the regional landscape through lateral movements of the channel.

It was taken under consideration the social and economical implications of the erosional processes, that causes the removal of the population with material losses and complete or partial destruction of roads, electrical power lines and water pipes network.

INTRODUÇÃO

Os movimentos de massa ou movimentos coletivos de solos e rochas correspondem ao deslocamento do material encosta abaixo acionado pela força gravitacional. Esses movimentos apresentam-se bastantes complexos, variando tanto no que se refere ao material envolvido, quanto na velocidade dos processos e em sua escala espaço-temporal. Tais fenômenos têm sido objeto de estudo não só por sua importância enquanto agente geomorfológico atuante na evolução da paisagem, mas especialmente por suas implicações práticas no que se refere a aspectos sócio-econômicos.

A origem desses movimentos de massa que condicionam a evolução das margens do Rio Acre e, portanto, o relevo local, parece resultar da ação de distintos mecanismos e condicionantes locais geradores desse processo. Percebe-se a partir das observações de campo que estes fenômenos se apresentam em planos delimitáveis do espaço em períodos distintos, agindo de forma lenta ou extremamente rápida.

As conseqüências mais diretas, resultantes do deslocamento de uma grande quantidade de material, implicam na remoção de moradores residentes nas áreas afetadas e na destruição completa ou parcial de ruas, rede de energia elétrica, esgoto e de abastecimento de água, além da destruição de casas residenciais e comerciais.

Frente a essas observações a pesquisa ora apresentada justifica-se não só pela natureza de seu objeto de estudo - os movimentos de massa - mas porque esses processos geomorfológicos atuais implicam numa forte participação nas modificações do espaço urbano regional e em conseqüências sócio-econômicas.

Neste sentido, a presente investigação visa a compreender os mecanismos desencadeadores dos movimentos de massa e suas implicações sócio-econômicas na cidade

de Rio Branco, capital do Estado do Acre. Para tanto pretende-se como objetivos específicos: 1- identificar em que medida o papel desempenhado pela dinâmica fluvial interfere no equilíbrio do sistema natural que abrange a bacia de drenagem do Rio Acre e, em especial, o trecho situado no sítio urbano de Rio Branco; 2- conhecer os mecanismos predominantes e os fatores condicionantes da instalação e evolução dos movimentos de massa na área de estudo; 3 - mapear a distribuição espaço-temporal dos movimentos de massa; 4 - identificar o padrão evolutivo dos diferentes movimentos de massa encontrados na área de estudo e, 5 - abordar de forma geral as implicações sócio-econômicas resultantes desses fenômenos na cidade de Rio Branco.

Para atingir esses objetivos, a pesquisa documenta a aplicação de uma metodologia de estudo integrada que evolui gradualmente da análise geral da região para investigações específicas da área problema.

Através dessa compreensão procurou-se apreender, simultaneamente, as relações de causalidade dos movimentos de massa e as variáveis relacionadas aos aspectos sócio-econômicos decorrentes da ação desses fenômenos na cidade de Rio Branco.

A primeira etapa do trabalho consistiu na busca de um referencial que desse conta do conhecimento aprimorado do agente, fatores, mecanismos e processos atuantes no desencadeamento dos movimentos de massa, bem como suas implicações sócio-econômicas.

Esse levantamento teórico-metodológico se constituiu no suporte para o desenvolvimento da temática na área de estudo, tendo em vista não existirem trabalhos dessa natureza para a região.

Visando compreender os mecanismos responsáveis pelo desencadeamento dos movimentos de massa na cidade de Rio Branco, uma série de procedimentos foram

utilizados no decorrer dessa pesquisa. Estes procedimentos serão apresentados a seguir em dois momentos. O primeiro visa oferecer ao leitor uma visão global de como se desenvolveu o trabalho, enquanto o segundo momento pretende demonstrar de forma específica os procedimentos operacionais utilizados em cada etapa da investigação.

A análise dos fatores, mecanismos e agente condicionante da deflagração dos movimentos de massa, bem como suas implicações sócio-econômicas na cidade de Rio Branco, a princípio apresenta duas vertentes específicas, porém com um caráter interativo quanto à sua relação sociedade/natureza.

A primeira vertente se refere às análises geológicas, geomorfológicas, pedológicas, climáticas e hidrográficas. Estas análises se apoiaram, fundamentalmente, nos levantamentos realizados pelo Projeto RADAMBRASIL (BRASIL,1976). Os dados foram complementados por outros trabalhos já realizados em nível regional, como STERNBERG (1957), TRICART (1977), BUENO et al. (1985), BUENO (1989), LATRUBESSE (1992) e NASCIMENTO (1995), dentre outros e controle de campo.

Os trabalhos de campo foram realizados entre o período de 1995/1997, sendo que os levantamentos topográficos e amostragem de solos foram realizados em duas etapas: julho/96 e maio/97.

Foram utilizadas 51 amostras para análises de solos coletadas em campo. Para as análises de precipitação utilizou-se os dados referentes ao período de 1970/1997, obtidos da Estação Meteorológica da Universidade Federal do Acre, enquanto os dados referentes à cota do nível da águas do Rio Acre no período compreendido entre 1971/1997 foram coletados da Estação Hidrológica de Rio Branco e fornecidos pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado do Acre.

A segunda vertente da pesquisa priorizou análises referentes aos aspectos

sócio-econômicos da região e da cidade de Rio Branco em especial, tendo em vista o total desconhecimento por nossa parte da realidade local.

Nesse sentido, levantou-se dados dos Censos Demográficos referentes aos anos de 1940/1990. Estes dados foram complementados por outros obtidos junto a órgãos institucionais como Prefeitura, Secretarias de Planejamento e Coordenadorias de Defesa Civil Estadual e Municipal, além das informações obtidas em campo, com os próprios moradores das áreas afetadas pelo problema.

Realizados estes levantamentos procurou-se na pesquisa setorizar e verticalizar o conhecimento, de forma que os capítulos encontram-se dispostos em temáticas específicas sobre o objeto de estudo abordado ao longo da investigação, qual seja os movimentos de massa.

A seguir serão expostos os procedimentos operacionais utilizados em cada etapa desse trabalho.

PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

1. Escolha da Área de Estudo

A escolha da área de estudo deve-se ao fato de nela serem observáveis os fenômenos erosivos mais expressivos da cidade de Rio Branco - os movimentos de massa.

A área escolhida compreende as margens esquerda e direita do Rio Acre no sítio urbano de Rio Branco, onde os movimentos de massa apresentam diferentes estágios de evolução. Trata-se de um ambiente fluvial de uma bacia de drenagem que repousa sobre coberturas superficiais pouco consolidadas oriunda dos depósitos Terciários e Quaternários.

A identificação e distribuição geográfica dos movimentos de massa encontrados na área de estudo basearam-se em registros recentes da ocorrência do fenômeno e das inspeções de campo, os quais permitiram uma visualização preliminar da área afetada.

As observações de campo possibilitaram a identificação e classificação de dois importantes grupos de movimentos de massa que se apresentam espacial e temporalmente distintos na paisagem local. Estes movimentos foram classificados em: Movimentos de Massa Lentos Associados e Movimentos de Massa Rápidos Pontuais.

Os critérios utilizados para a classificação basearam-se naqueles adotados por SELBY (1990), que são: velocidade e mecanismo de movimento, material envolvido, forma da deformação, geometria do movimento e conteúdo de água do material mobilizado.

Assim foram individualizadas 02 áreas de ocorrências de movimentos de massa pretéritos e atuais. Estas áreas foram individualizadas a partir das observações e descrições em campo, bem como a partir das distintas características que estes movimentos de massa apresentam em cada área.

Na margem esquerda do Rio Acre predominam movimentos de massa lentos associados, enquanto na margem direita desenvolvem-se movimentos de massa rápidos pontuais.

A dinâmica do processo e o padrão evolutivo dos distintos movimentos de massa apresentados na área de estudo foram observados e mensurados entre os anos de 1995/1997, através de medições de campo, descrições do processo e monitoramento pluviométrico e hidrológico.

Nesse período foram registradas várias ocorrências dos movimentos de massa atuais, bem como a reativação de antigas cicatrizes. Isso nos possibilitou o

acompanhamento dos diferentes estágios evolutivos desses fenômenos conforme serão apresentados nesse trabalho.

2. Levantamento e Cadastramento das Feições Erosivas

Constou do cadastramento de 18 cicatrizes distribuídas ao longo das margens do Rio Acre no setor já mencionado. A estas cicatrizes foi atribuída uma denominação nominal e numérica seguindo a ordem seqüencial de cadastramento e de ocorrência. Assim, essas cicatrizes foram denominadas de MB1, MB2, MG1, MG2 e MG3, de acordo com a área de ocorrência. A sigla MB corresponde à abreviatura utilizada para designar todos os movimentos de massa lentos ocorridos no bairro da Base, enquanto a sigla MG representa a designação utilizada para todos os movimentos de massa rápidos ocorridos no calçadão da Gameleira.

Foram realizados, ao longo de 03 cicatrizes, levantamentos topográficos detalhados na escala de 1:500, observando-se as características de declividade, largura, extensão e profundidade. Esse levantamento foi realizado com bússola, clinômetro e trena.

O cadastramento objetivou registrar e mapear a distribuição espacial e temporal dos eventos identificados, enquanto os levantamentos topográficos constituíram a base para a realização das toposseqüências.

3. Estudo de Topossequências

Essa etapa consistiu no levantamento dos materiais encontrados ao longo dos perfis expostos de forma contínua, na superfície de arranque, no interior da cicatriz e no afloramento ao longo da parede do barranco. Esse levantamento objetivou a caracterização e organização dos materiais encontrados nas cicatrizes resultantes dos distintos movimentos de massa.

O levantamento topográfico e as sondagens realizadas ao longo das cicatrizes permitiram a reconstrução dos volumes de solos encontrados nos distintos movimentos de massa.

O limite da profundidade dos perfis realizados na margem esquerda do Rio Acre, onde ocorrem os movimentos de massa lentos, foi de 5,00 e 13,00 metros. As sondagens foram realizadas em três segmentos: a) superfície de arranque; b) interior da cicatriz; e c) no afloramento ao longo da parede do barranco em três zonas ao longo das cicatrizes: 1 - zona proximal; 2 - zona mediana; e, 3 - zona distal. Nas cicatrizes encontradas na margem direita do Rio Acre, onde predominam movimentos de massa rápidos, a profundidade limite foi de 4,20 m. Todas as topossequências foram realizadas na superfície de arranque do deslocamento, que ocorreram nas baixas barrancas na borda do canal do rio.

Durante esta etapa foram coletadas amostras sedimentares deformadas para análises laboratoriais.

4. Determinação das Propriedades Físicas dos Materiais

Visando caracterizar os sedimentos encontrados ao longo da área de estudo foram coletadas 51 amostras para análise granulométrica. A metodologia utilizada no tratamento das amostras seguiu aquela proposta pela lei de Stokes, que mostra a interação entre a velocidade da decantação em um meio fluido com a aceleração da gravidade, o raio da partícula, sua densidade, forma, densidade do fluido, textura de superfície e viscosidade do fluido (SUGUIO, 1973).

As amostras foram coletadas durante o levantamento sedimentológico descrito anteriormente. As amostras analisadas foram selecionadas tanto continuamente ao longo do perfil como a partir de intervalos entre as amostragens e entre os distintos perfis. Essas análises foram realizadas no Laboratório de Sedimentologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Os resultados obtidos a partir da pipetagem e peneiramento foram processados através do programa PANCOM (TOLDO & MEDEIROS, 1986) e TRILOT, e foram utilizados como base na elaboração e caracterização dos sedimentos presentes nos distintos tipos de movimentos de massa a partir do diagrama triangular de SHEPARD (1954).

5. Monitoramentos Pluviométrico e Hidrológico

Foram coletados dados pluviométricos da Estação Meteorológica da Universidade Federal do Acre do período compreendido entre 1970 e 1997. Estes dados foram utilizados na elaboração de gráficos e tabelas, objetivando caracterizar as variações

pluviométricas na área de estudo, considerando-se que durante o período chuvoso a área torna-se mais sensível aos processos erosivos de movimentos de massa.

Também foram utilizados dados dos níveis das águas do Rio Acre da Estação Hidrológica de Rio Branco, entre o período de 1971/1997, fornecidos pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado com o objetivo de se tentar estabelecer a existência ou não da relação entre: os índices pluviométricos, a dinâmica hidrológica e a ocorrência dos diferentes movimentos identificados na área de estudo.

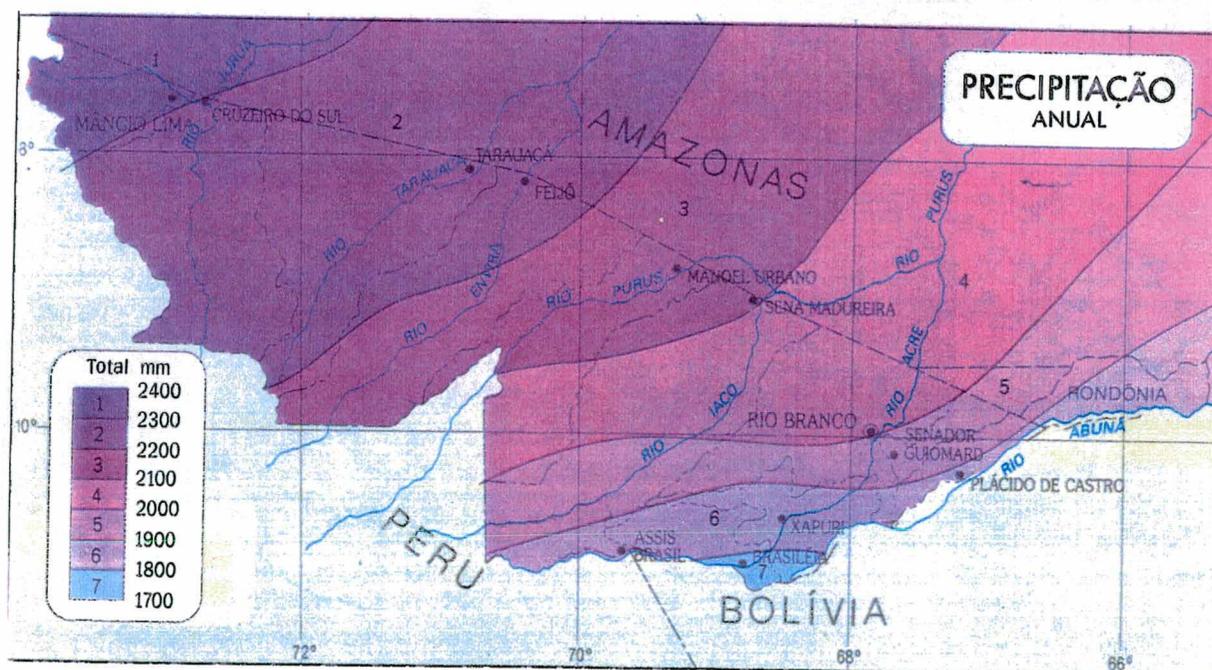
7. Levantamento Sócio-Econômico

Constou de uma revisão bibliográfica sobre a região e, em especial, sobre a ocupação e desenvolvimento urbano da cidade de Rio Branco, além de levantamentos sobre a problemática (movimentos de massa) junto aos órgãos e instituições governamentais, bem como através de jornais locais (1940/1997) e em conversas informais com os moradores residentes nas áreas problemáticas durante os trabalhos de campo.

Apresenta 2.183 km de linha de fronteiras Internacionais, sendo 1.565 ao sul e a oeste com o Peru e 618 km ao sul e leste com a Bolívia. O Acre é o Estado brasileiro mais próximo do Oceano Pacífico, a aproximadamente 800 km em linha reta. Está situado no quinto fuso horário do país em relação a Greenwich e com duas (02) horas de diferença em relação a Brasília. Possui, ainda, o ponto mais ocidental brasileiro, o marco 76 na fronteira com o Peru.

A região está submetida a um clima tropical úmido com temperaturas médias em torno de 24, 5^o C, registrando entre 1.700 mm e 2.400 mm de pluviosidade anual. A umidade relativa do ar apresenta-se com elevados índices anuais, ficando as médias em torno de 80 % a 90% (Mapa 02).

MAPA 02 - Mapa da Precipitação Anual do Estado do Acre



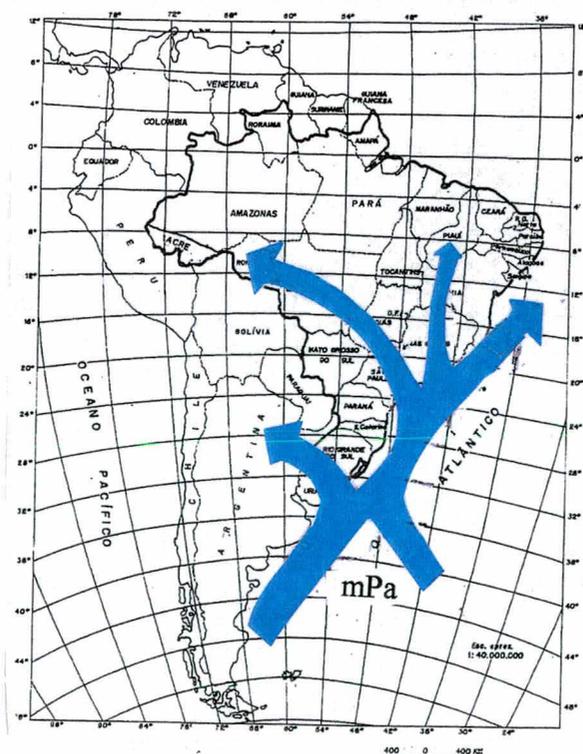
Fonte: Atlas Geográfico Ambiental do Acre, 1991.

O regime das precipitações é marcado por uma longa estação úmida e uma curta estação seca. A estação úmida, denominada regionalmente de **inverno**, caracteriza-se por apresentar intensas precipitações, geralmente entre os meses de novembro a março. O período de estiagem (estação seca), chamado de **verão**, dura em média apenas três meses e corresponde ao período entre junho e agosto.

Outra peculiaridade regional é o fenômeno denominado de “friagem”. Este fenômeno ocorre entre os meses de maio e setembro, provocando a queda brusca da temperatura na região, que chega a registrar valores abaixo de 15^o C.

O fenômeno é provocado pela invasão da Massa Polar Atlântica (mPa), que tem origem no Atlântico Sul, no inverno austral. Nesse período, a mPa invade a região através das terras baixas da Patagônia, Pampa e do Vale do Paraguai, pelo corredor formado entre este Vale e a Bacia Amazônica, penetrando, desta forma, sobre o Estado acreano (Mapa 03).

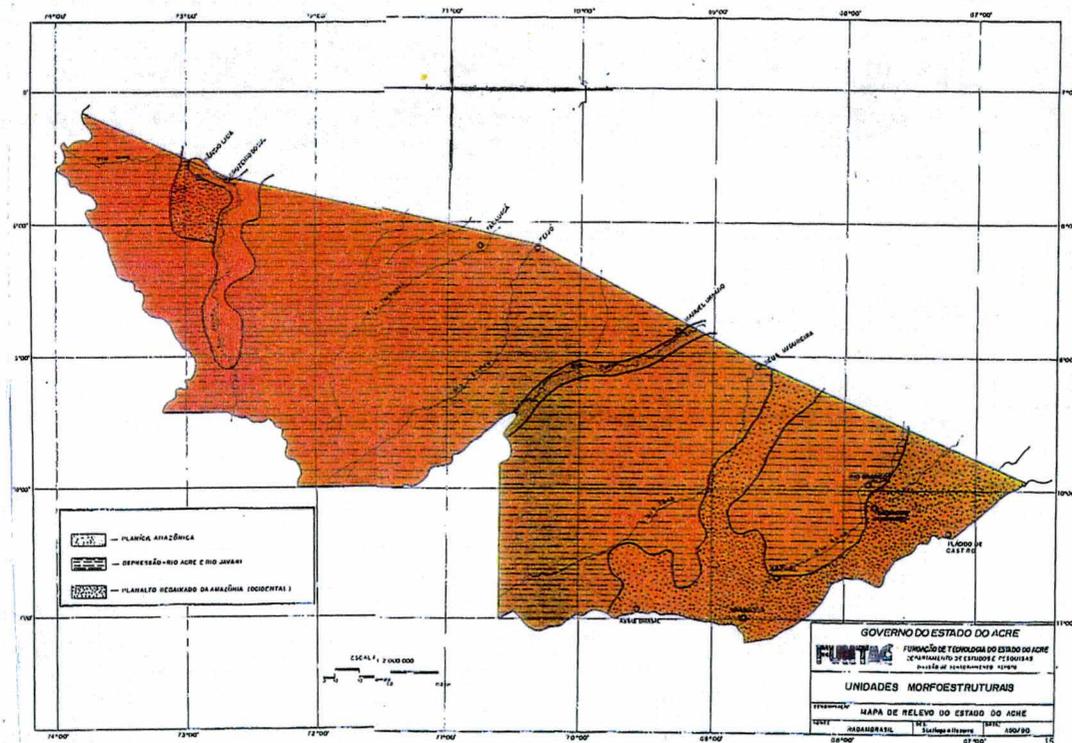
MAPA 03 - Mapa da Circulação Atmosférica Destacando a Atuação da mPa



Fonte: Atlas Geográfico Ambiental do Acre, 1991. (Modificado).

Como na maior parte da Amazônia, o relevo se apresenta bastante, uniforme sem grandes disparidades topográficas. Em função desse relevo relativamente homogêneo e da inexistência de grandes desníveis altimétricos foram estabelecidas três unidades Morfoestruturais para o Estado, a saber: a Planície Amazônica, a Depressão Rio Acre - Rio Javari e o Planalto Rebaixado da Amazônia (BRASIL, 1976), (Mapa 04).

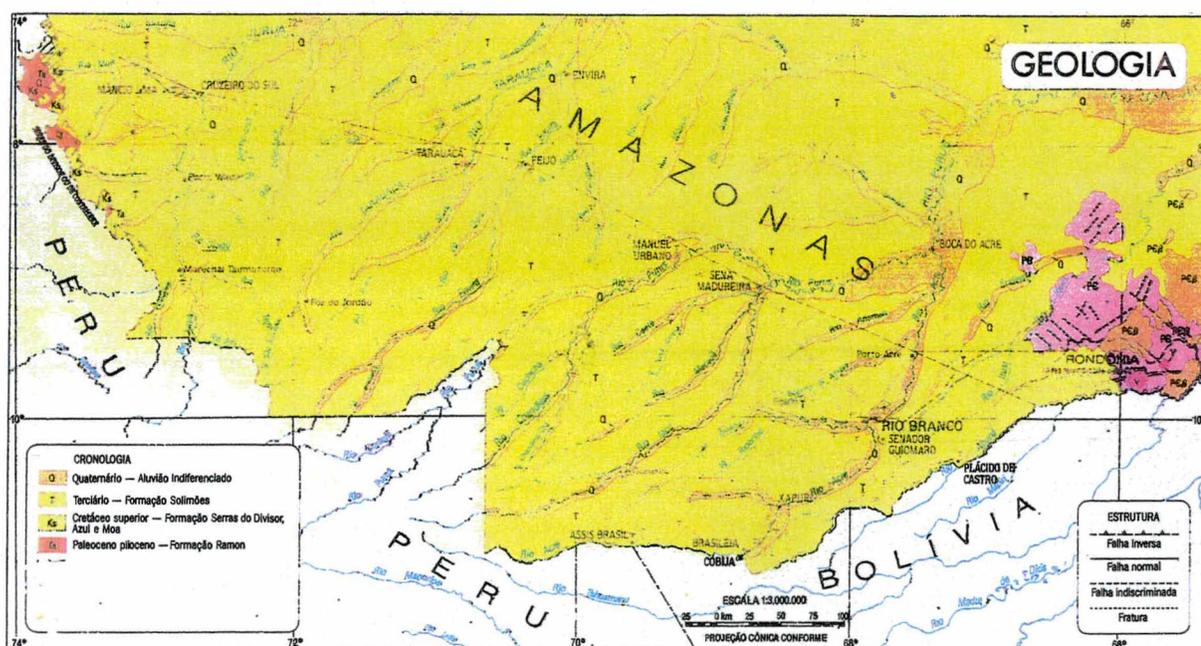
MAPA 04 - Mapa das Unidades Morfoestruturais



Fonte: Atlas Educativo do Acre, 1990. (Modificado do RADAMBRASIL, 1976)

Basicamente, todo o Estado está recoberto por duas Unidades Litológicas: a Formação Solimões e os Aluviões Indiferenciados. Além dessas unidades, são encontradas litologias do Cretáceo Superior – Formação Serra do Divisor, Azul e Moa e do Paleoceno Formação Ramon, conforme ilustrado no mapa a seguir (Mapa 05).

MAPA 05 - Mapa Geológico do Estado do Acre



Fonte: Atlas Geográfico Ambiental do Acre, 1991.

A Formação Solimões recobre quase a totalidade do estado do Acre, estando representada por sedimentos cenozóicos de origem continental. Essa Formação assenta-se inconformemente sobre a associação petrotectônica do Complexo Xingu, recobrando as Bacias do Alto Amazonas e do Acre.

Composta, essencialmente, por sedimentos típicos de inundação, a Formação Solimões apresenta estratificações cruzadas, estrutura laminar em siltitos e argilitos com grande plasticidade e baixa permeabilidade.

Estes sedimentos afloram ao longo de todo o Rio Acre, sendo visíveis também ao longo de cortes nas rodovias que recortam os interflúvios em todo o Estado. Esse pacote sedimentar chega a atingir, na Folha Purus, espessuras de até 1.800 metros (BRASIL, 1976).

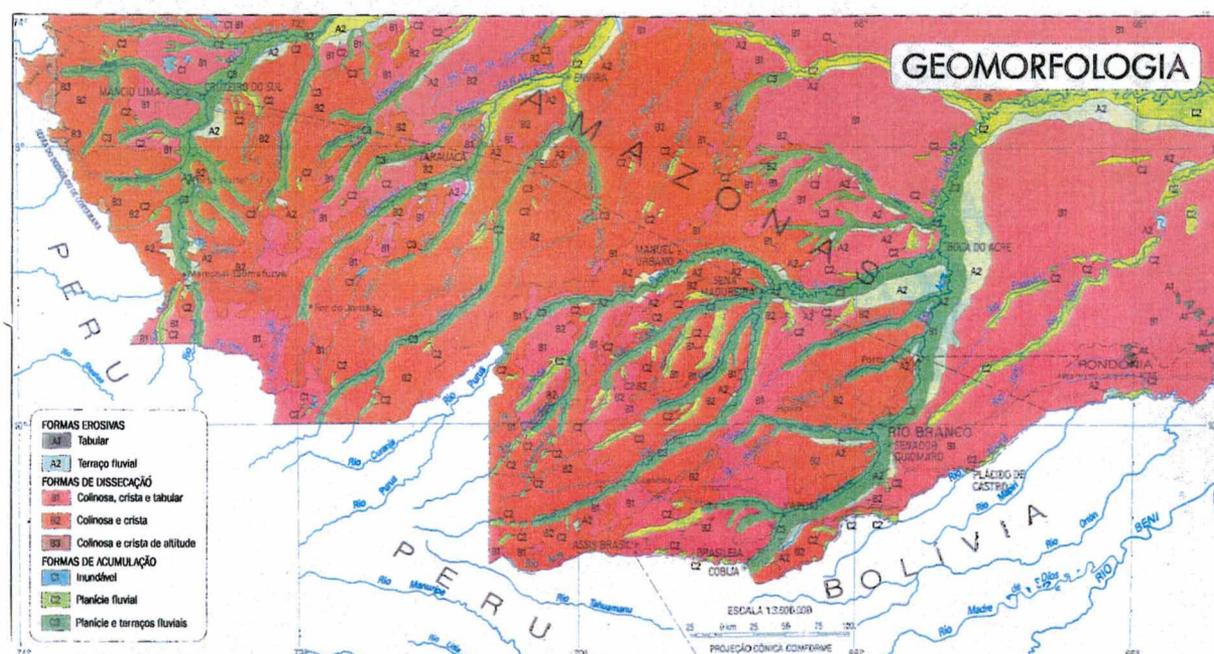
Os sedimentos dessa litologia formaram-se a partir de duas associações de fácies, uma de alta energia e outra de baixa energia. Areias, areias-limosas e argilosas de tonalidade marrom e conglomerados associados compõem as fácies de alta energia. Nessas fácies encontram-se estratificações cruzadas com a presença de troncos fósseis e restos de vertebrados. Nas fácies de baixa energia identificam-se sedimentos compostos por siltes e argilas de coloração verde-escura a verde-oliva de laminação plano-paralela e estrutura massiva, sendo abundantes os fósseis vertebrados. Em ambas as fácies são encontrados veios de gesso e concreções carbonáticas distribuídos na massa desses sedimentos (LATRUBESSE, 1992).

Sedimentos Quaternários são encontrados ao longo da calha dos rios e são representados por Aluviões Holocênicos (Aluviões Indiferenciados e de Planície de Inundação).

Os Aluviões Indiferenciados correspondem aos depósitos aluviais mais antigos e que formam os terraços fluviais holocênicos mais altos, elaborados sobre as rochas da Formação Solimões. Esses são constituídos por argila, siltes e areia fina a muito fina, e, subordinadamente, por areias de granulação média a grossa.

Por outro lado, os Aluviões de Planície de Inundação são representados por sedimentos inconsolidados da planície fluvial e recobrem as margens dos rios, formando as baixas barrancas¹. Estão constituídos por areias finas a muito fina, por siltes e argilas depositados em seqüência gradacional, podendo atingir até cinco (05) metros de altura. (Mapa 06). O Sumário Estratigráfico a seguir ilustra o que foi exposto até o momento (Quadro 01).

MAPA 06 - Mapa Geomorfológico do Estado do Acre



Fonte: Atlas Geográfico Ambiental do Acre, 1991

¹ Barranca - expressão regional aqui utilizada para designar margens de rios com pouca declividade.

QUADRO 01 - Sumário Geológico Estratigráfico

ERA	PERÍODO	ÉPOCA	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA		DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
			COMPLEXO	FORMAÇÃO	
CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	Holoceno			Aluvião: areias, silte e argila. Sedimentos inconsolidados da planície fluvial. Depósitos recentes e atuais. Aluvião indiferenciado: argila, silte e areia fina a muito fina; areias de granulação média a grosseira, subordinamente. Depósitos de pequena possança em terraços fluviais holocênicos elaborados sobre rochas da Formação Solimões.
			DISCORDÂNCIA		
	TERCIÁRIO	Pleistoceno		Solimões	Argilitos maciços ou acamados, com concreções carbonáticas e gipsíferas, vênulas de calcita e gipsita, ocasionalmente material vegetal carbonizado (turfa a linhito) com concentrações de pirita, fósseis de vertebrados e invertebrados, estratificação cruzada de grande amplitude; argilitos variegados com estrutura laminada; siltitos maciços ou acamados; arenitos finos a grosseiros, em lente o interdigitados com siltitos e argilitos, maciços ou estratificados, friáveis a bem compactados, cimento calcífero com leitos tabulares de material carbonático, estratificações cruzadas de pequena a média amplitude; calcários siltico-argilosos e arenosos; arcóseo; arenitos limoníticos em leitos tabuliformes; conglomerados polimíticos.
		Plioceno			
			DISCORDÂNCIA		
PRÉ-CAMBIANO SUPERIOR ANTIGO			Xingu		Granulitos, charnoquíticos, granitos, migmatitos, gnaisses, xistos; facies anfibolito a granulito; quartizito.

Fonte: BRASIL (1976) - (Modificado)

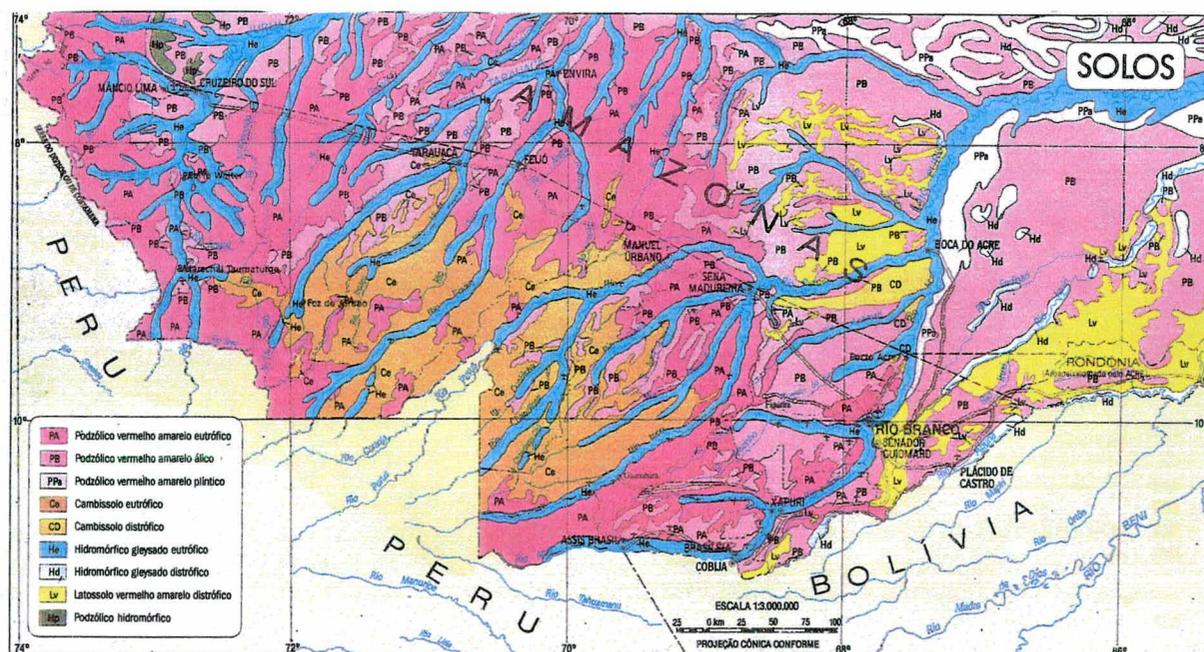
Sobre as rochas sedimentares Terciárias da Formação Solimões e os depósitos aluviais atuais encontram-se os principais tipos de solos da região. Estes solos são bem desenvolvidos, graças ao fator climático que contribui para um intenso intemperismo

químico e de lixiviação. Prevaecem, segundo o levantamento pedológico realizado pelo Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1976), os seguintes tipos de solo.

1. Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico;
2. Podzólico Vermelho-Amarelo Álico;
3. Podzólico Vermelho-Amarelo Plíntico;
4. Cambissolo Eutrófico;
5. Hidromórfico Gleysado Eutrófico ;
6. Hidromórfico Gleysado Distrófico;
7. Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico;
8. Podzólico Hidromórfico.

A distribuição desses distintos tipos de solos pode ser visualizada no mapa seguinte (Mapa 07).

MAPA 07 - Mapa de Solos do Estado do Acre



Fonte: Atlas Geográfico Ambiental do Acre, 1991. (Modificado)

No município de Rio Branco, área do presente estudo, distinguem-se as seguintes associações de solos.

Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico – são solos com profundidades variáveis, moderadamente drenados com mosqueado a partir de 50 cm, apresentam textura argilosa e estrutura francamente desenvolvida na forma de blocos subangulares, podendo quando muito úmidos parecerem maciços. Apresentam seqüência de horizontes tipo A, B e C, estando o horizonte A subdividido em A₁ e A₃, e o B em B₁, B₂, e B₃, raramente encontrando-se horizonte A₂ eluvial.

Há no horizonte argílico (B textural) acúmulo significativo de argilas silicadas por iluviação, transportadas pela água do horizonte, onde encontram-se dispersos.

Os solos Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico apresentam uma acentuada plasticidade e pegajosidade, o que os torna bastante susceptíveis aos processos erosivos.

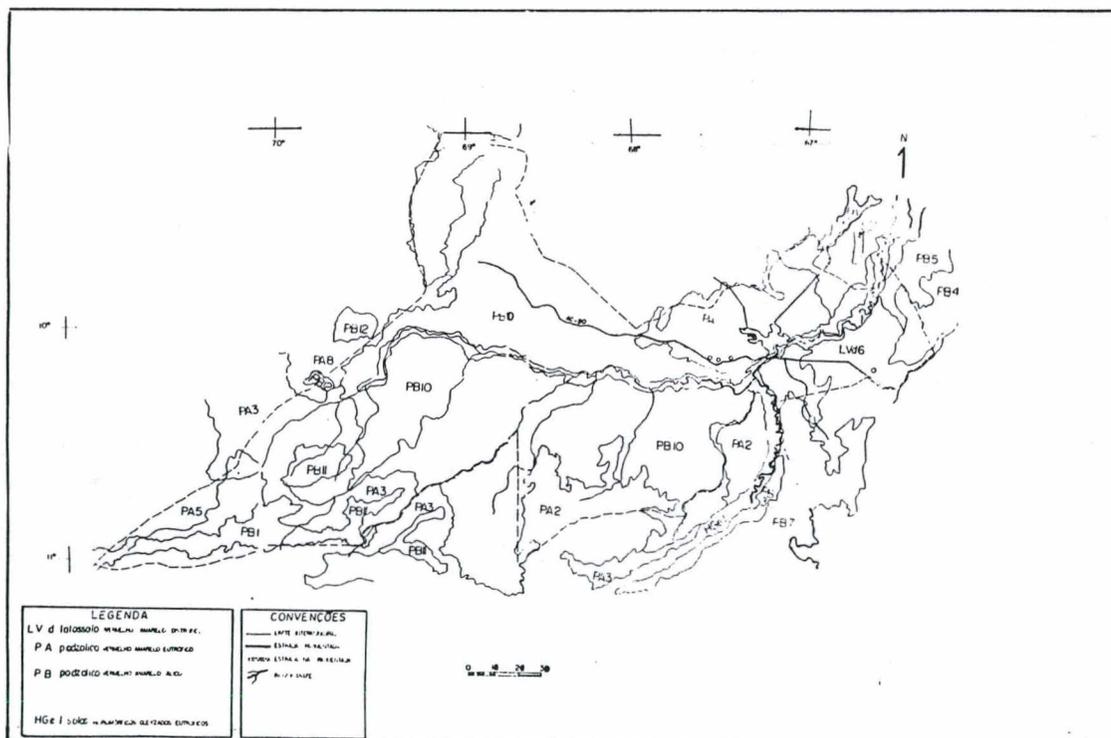
Esses solos desenvolvem-se sobre os sedimentos Terciários da Formação Solimões, onde predominam argilitos, argilitos silticos, siltitos e siltitos argilosos carbonatados.

Podzólico Vermelho-Amarelo Álico – caracterizam-se por possuírem profundidade média, são bem drenados com estrutura fraca e moderada. Apresentam, ainda, elevado grau de acidez com a presença de alumínio nas camadas mais profundas, este superior a 50%. A seqüência de horizontes é do tipo A, B e C, semelhantes ao Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico. Pode aparecer nesses solos, muitas vezes, um horizonte A₂ eluvial de coloração pálida com valores de argila, ferro e alumínio com significativo decréscimo.

Este tipo de solo distribui-se sobre a Formação Solimões, que apresenta, nesse caso, seus sedimentos mais grossos, determinando portanto suas propriedades físicas e morfológicas.

Hidromórfico Gleysado Eutrófico e Álico - estes solos desenvolvem-se sobre os sedimentos recentes do Quaternário. Apresentam textura, geralmente, argilo-siltosa. Formam-se a partir das condições favoráveis suscitadas pelo regime de inundações com a elevação do nível do lençol freático dos terraços ao longo do Rio Acre (Mapa 08).

MAPA 08 - Mapa de Solos do Município de Rio Branco

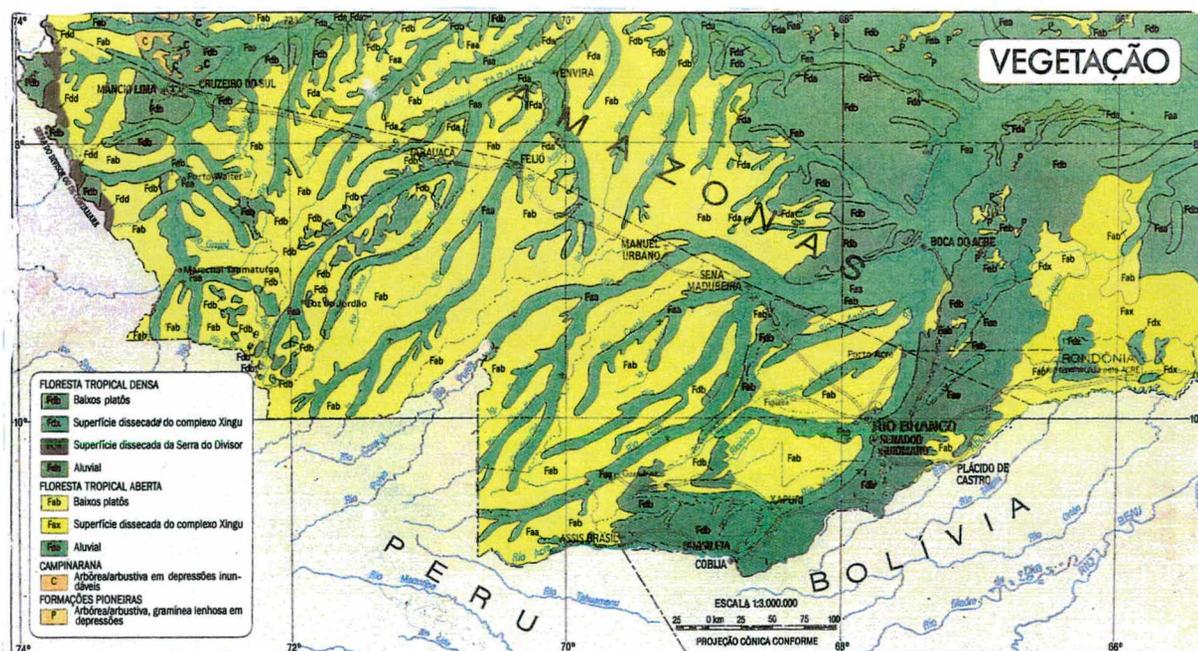


Sobre os solos podzólicos, desenvolve-se a Floresta Tropical Aberta como vegetação predominante, mas pode haver subdominância da Floresta Tropical Densa, concentrada sobretudo nos sedimentos Terciários da Formação Solimões, principalmente nos interflúvios.

Este tipo de vegetação encontra-se ausente em várias porções da cidade de Rio Branco, onde foi substituída por uma vegetação secundária. Tal fato decorre, principalmente, das mudanças introduzidas nesse ambiente com a instalação de assentamentos humanos, áreas de pastagens e de agricultura de subsistência ocorridas, especialmente, a partir da década de 70, com a aceleração do processo migratório e o aumento populacional nos núcleos urbanos às margens do Rio Acre.

Nos solos hidromórficos, encontramos vegetação do tipo Floresta Aberta Aluvial ou uma Formação Pioneira de Gramíneas, conforme pode ser observado no mapa da cobertura vegetal a seguir (Mapa 09).

MAPA 09 - Mapa de Vegetação do Estado do Acre



Fonte: Atlas Geográfico Ambiental do Acre, 1991.

Quanto ao aspecto hidrográfico, de um modo geral, as terras da região apresentam-se bem drenadas. Os rios acreanos escoam sobre litologia predominantemente sedimentar, estão bem distribuídos e, devido à regularidade topográfica, não apresentam quedas d'água naturais em seus cursos.

Como na maior parte da Amazônia, os rios representaram os caminhos naturais para o processo de conquista e ocupação do espaço regional. Ao longo de suas margens surgiram os primeiros núcleos de povoamento, as primeiras cidades.

Assim, encontramos às margens dos principais rios da drenagem regional - Juruá, Purus, Acre, Envira, Tarauacá e Iaco - as principais cidades e povoados regionais, onde destacam-se as cidades de Cruzeiro do Sul, Sena Madureira, Feijó, Tarauacá, Brasiléia, Xapuri e Rio Branco.

O Rio Juruá nasce nas terras baixas peruanas e possui 3.350 km e uma declividade que varia de 11,7 cm/km. Em sua margem encontra-se a segunda cidade mais importante do Estado do Acre, Cruzeiro do Sul.

Possuindo suas nascentes também nas terras baixas peruanas, o Rio Purus tem uma extensão de 3.255 km e uma declividade de até 14,0 cm/km, apresentando um dos trechos mais sinuosos do mundo, com um coeficiente de 2,29 (VALVERDE, 1989).

Um dos principais afluentes do Rio Purus, o Rio Acre é navegável de sua foz até a cidade de Rio Branco. O acesso pelo Rio Acre às cidades de Xapuri, Brasiléia e Assis Brasil é dificultado durante o período de estiagem, mas normaliza-se na época das cheias.

No município de Rio Branco, o Rio Acre percorre uma extensão de 287 km (BUENO, 1989), atravessando a capital e dividindo-a em dois distritos. O Primeiro Distrito à margem esquerda, onde a cidade se expandiu rapidamente, e o Segundo Distrito, onde a cidade originou-se do antigo Seringal Empresa.

O transbordamento periódico do Rio Acre e seus afluentes na cidade de Rio Branco provoca inúmeros transtornos às populações residentes ao longo de sua planície de inundação. Também, comumente ao longo de suas margens, são encontradas estruturas de escorregamentos ocasionados por deslocamento de material semi-consolidado, provocado pela atuação de distintos movimentos de massa, problema este que será abordado oportunamente.

Capítulo II

2. A AMAZÔNIA E AS “CIDADES DAS ÁGUAS”

A Amazônia, desde a época de suas primeiras expedições, tem sido objeto de admiração e predileção por parte dos colonizadores europeus – portugueses e espanhóis, principalmente. Assim, a região amazônica nunca foi pensada em função dela mesma, mas sempre foi vista como um lugar a ser explorado (RIBEIRO, 1991).

A princípio, interessava aos exploradores as chamadas “drogas-do-sertão”: copaíba, salsaparrilha, canela, dentre outros produtos. Mais tarde, a castanha, o cacau e o guaraná. Posteriormente, em fins do século XIX e início do XX, chegava a vez da borracha e, em última instância, destacam-se os projetos agropecuários/agroindustriais e a exploração, em larga escala, dos recursos minerais.

Com a saga da borracha começa a ser escrito e delineado um espaço regional peculiar – o Acre - que de forma bastante clara “... *expressa as relações e conexões entre o surto de atividades econômicas e o movimento populacional*” da Amazônia (OLIVEIRA, 1985, p. 5).

Motivados pela valorização do preço da borracha no comércio internacional, os exploradores subiram os rios Madeira, Purus e Juruá, bem como seus afluentes, na busca incessante pelo “ouro negro” (MOOG, 1936), tomando posse de seringais silvestres e iniciando o processo de coleta e produção, sem mesmo considerarem as fronteiras internacionais então vigentes.

Pelos rios amazônicos escoaram toneladas da *Hevea brasiliensis*, que por algum tempo possibilitou uma ilusória posição econômica regional e nacional. Ao longo dos rios também se deu a ocupação e o povoamento dessa parte da Amazônia. Nas colocações², junto ao barracão³ ou nos centros e entrepostos comerciais (casas aviadoras⁴) surgiram os primeiros povoados, as primeiras vilas e as primeiras cidades amazônicas.

A rede de drenagem amazônica representou não só a via natural de penetração e ocupação dos colonizadores e de “circulação de mercadorias e pessoas”, como bem observou NOGUEIRA (1994) mas, também definiu o surgimento e o estabelecimento de um espaço urbano regional.

A exploração da borracha e a afluência de migrantes inauguraram uma nova forma de organização sócio-econômica-espacial que tinha no capital monopolista internacional seu grande suporte. Assim, o capital introduziu um novo sistema organizacional de produção (o aviamento⁵) onde novas formas de relação de trabalho foram estabelecidas. Modificou-se o espaço regional, com a organização e distribuição dos seringais e centros comerciais que serviam de suporte para o desenvolvimento do sistema de aviamento. Alteraram-se as relações de trabalho com a exploração indiscriminada da mão-de-obra migrante.

²Colocações - local no interior da floresta onde confluem diversas estradas de corte de seringa e onde também se encontram as barracas do seringueiro (RANCY, 1992).

³ Barracão - de barraca, correspondia ao centro local onde era armazenada a borracha e fornecidos os gêneros alimentícios para os seringueiros.

⁴ Casas Aviadoras - empresas comerciais nacionais e estrangeiras que deram suporte econômico através de crédito e transporte para a atuação de seringueiros e seringalistas na Amazônia (EGLER, 1989).

⁵ Aviar - termo regional que significa fornecimento de mercadorias a crédito.

As sedes dos seringais⁶ destacavam-se como os principais núcleos populacionais. Estes, como já foi visto, estavam localizados estrategicamente ao longo das margens dos rios da região, a fim de facilitar o escoamento da produção.

A origem da cidade de Rio Branco, atual capital do Estado do Acre, está intimamente relacionada a essa nova organização sócio-econômica-espacial da região, uma vez que nasceu ao longo das margens do Rio Acre, em 1882, na sede do antigo Seringal Empresa.

É sobre este lugar na Amazônia e sobre um problema específico – os movimentos de massa – que iremos refletir no decorrer deste trabalho.

2.1. Rio Branco: breves considerações de sua expansão e problemas urbanos

A cidade de Rio Branco, está situada na porção leste do estado do Acre, no entroncamento das rodovias federais BR 364 / 317 e da rodovia estadual AC 010, no ponto terminal da navegação fluvial (período de vazante) via Rio Acre. Diante desse quadro, a cidade adquire uma posição geográfica que a privilegia frente as demais cidades acreanas e a amazonense de Boca do Acre, localizada na foz do Rio Acre.

Desde o início de seu povoamento caracterizou-se como um centro comprador da produção gomífera e de outros produtos extrativistas. Nela sediavam-se as casas aviadoras dos seringalistas do Rio Acre vinculados às firmas exportadoras de Belém e Manaus (MESQUITA, 1989).

⁶ Seringal - grande estabelecimento rural. Principal base da estrutura sócio-econômica do Acre durante a exploração da borracha (COSTA, 1989).

A evolução da população do Estado e, principalmente, da cidade de Rio Branco, está intimamente ligada ao surto da borracha, este ocorrido em fins do século passado e início do atual, responsável pela afluência de um importante contingente populacional, especialmente de nordestinos.

A crise da borracha, em fins do século passado e no início do atual, resultou da entrada no mercado internacional da borracha cultivada no Oriente. Esta, de melhor qualidade, em maior quantidade e por um menor preço, obrigou o fechamento dos seringais acreanos, cuja a coleta baseava-se unicamente na exploração extrativa, marcando, portanto, o primeiro momento da depressão econômica regional, e conseqüentemente originando os primeiros fluxos migratórios que se intensificaram nas décadas seguintes.

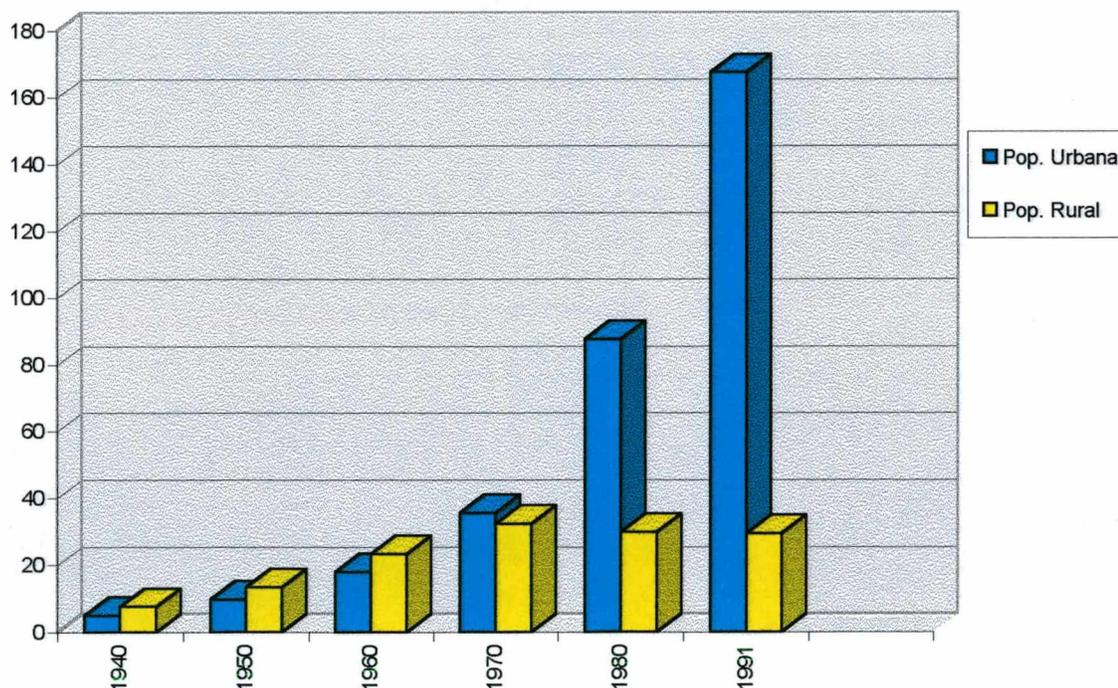
Em 1940, a reativação econômica da atividade gomífera, graças à retomada da borracha nativa no mercado internacional, em função da Segunda Guerra Mundial, foi responsável por uma nova leva de migrantes para a região. O fim da Guerra e a desativação da maior parte dos seringais acreanos veio intensificar o processo migratório intra-regional que se prolongou nas décadas seguintes.

Assim, o processo demográfico instaurado na região refletiu a diversidade do desenvolvimento econômico. Se num primeiro momento os fluxos migratórios estiveram relacionados com a exploração da borracha, nas décadas seguintes, especialmente na década de 70, estes fluxos foram motivadas não só pela desativação dos seringais, mas pela facilidade de exploração da madeira e da pecuária, pelos baixos preços da terra e pela abertura das rodovias estadual e federal.

Neste sentido, a década de 70 representou para a região uma profunda transformação na estrutura econômica e na organização social até então vigentes, pois a expansão da atividade agropecuária provocou fortes repercussões na estrutura fundiária regional, acentuando ainda mais o processo migratório e os conflitos sociais.

No gráfico a seguir, pode-se aferir a evolução demográfica instaurada em Rio Branco entre as décadas de 1940 e 1990, bem como observar-se o contraste entre a população urbana e a população rural, onde se destaca o significativo êxodo rural deste período.

GRÁFICO - 01 - Evolução Demográfica da População Urbana de Rio Branco entre 1940/1991.



Fonte: Censo Demográfico de 1940 - 1991. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Este significativo incremento populacional exerceu conseqüências diretas no espaço urbano, considerando-se que, espacialmente, a cidade de Rio Branco adquiriu

feições notáveis, desde sua fundação em 1882, do antigo Seringal Empresa, até os dias atuais, como veremos no breve histórico de sua evolução urbana.

Entre 1882 e 1909 a cidade teve um crescimento espacial muito lento. A assinatura do Tratado de Petrópolis com a Bolívia (1903) e a instalação do 15º Batalhão da Infantaria incentivaram o surgimento de casas comerciais, situadas principalmente à margem direita do Rio Acre (GUERRA, 1994).

Em 1904, com a divisão das terras do que então constituía o Território do Acre em três departamentos, instala-se, em 28 de agosto, no povoamento Empresa, a Prefeitura do Alto Acre (GUERRA, 1994).

A partir de 1928 é significativo o processo de expansão da cidade, sob a influência do Poder Público local, representada pela construção dos primeiros edifícios, como o Palácio do Governo, Mercado Municipal, Quartel da Guarda e as primeiras ruas: Epaminondas Jácome, Benjamin Constant, Marechal Deodoro e Getúlio Vargas, onde a futura cidade se desenvolveria. Registra-se um aumento significativo, a partir desse momento, de construções residenciais e de edifícios públicos de alvenaria. Esse processo, no entanto, vê-se afetado face às dificuldades em obter-se cimento, começando a declinar a partir de 1945 (GUERRA, 1994).

Em outras áreas da cidade, paralelamente, inicia-se um “crescimento espontâneo”, onde surgem bairros compostos, essencialmente, por população migrante do interior do Estado, de baixo poder aquisitivo, que passa a construir suas casas em áreas periféricas da cidade e ao longo das margens do Rio Acre (GUERRA, 1994 ; OLIVEIRA, 1985).

As décadas de 50 e 60 foram marcadas por um significativo incremento populacional e por um contínuo processo de expansão física da cidade.

Com a autonomia do Estado garantida através da Lei nº 4.070/62, o Acre passa por um intenso processo de mudança em sua estrutura econômica, social e política, que irá consolidar-se na década seguinte (GUERRA, 1994).

A década de 70 constitui, como vimos anteriormente, a mais significativa no marco da expansão urbana da cidade. Ela irá caracterizar-se por um intenso processo migratório instaurado na região com o êxodo de populações do interior do Estado para a capital, a exemplo do que já ocorrera nas décadas de 50 e 60, devido à desativação dos seringais. Porém, o incentivo do Governo brasileiro para ocupação da Amazônia acentuou a migração de pessoas de outros estados do país. Este fluxo migratório foi, essencialmente, constituído por trabalhadores rurais – seringueiros, posseiros e colonos (OLIVEIRA, 1985).

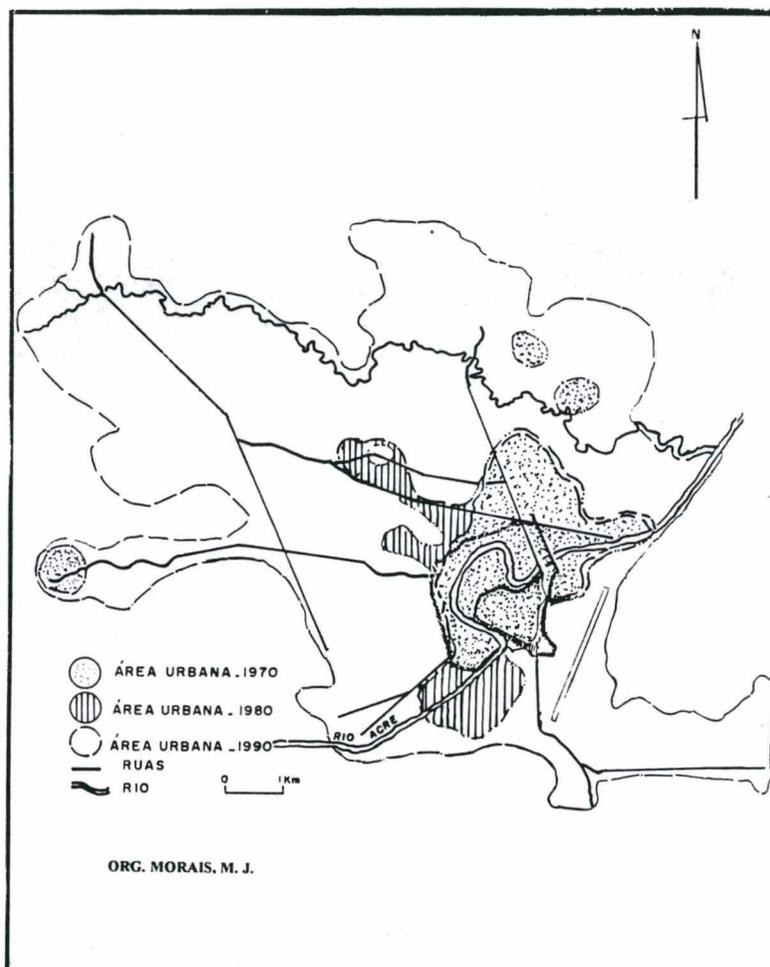
Por toda essa década alinhou-se ao longo das margens do Rio Acre um elevado contingente populacional - em sua maioria constituído por ex-seringueiros e posseiros que foram expulsos das terras em outros municípios - que passou a viver em pequenos barracos, como bem acentuou OLIVEIRA (1985).

A inexistência de uma política urbana definida e a deficiente infra-estrutura urbana existente, incapaz de corresponder à demanda da população que chegava, fizeram com que os problemas e necessidades resultantes desse repentino acréscimo populacional forjassem uma nova organização e ocupação acelerada e indiscriminada do espaço físico da cidade.

A cidade teve uma expansão física muito lenta entre 1940 e 1950. A desativação dos seringais e a implantação de núcleos agrícolas ao redor da cidade aceleraram não só o êxodo rural, mas impulsionaram o surgimento de muitos bairros na periferia da cidade. Contudo, é a partir do final da década de 1960 e, principalmente,

durante a década de 1970 que a cidade passou a receber maior contingente populacional, acelerando a ocupação desordenada de seu espaço urbano (mapa 10). Em 1990, este contingente populacional chegou a 167.350 habitantes (IBGE, 1991), distribuídos entre os 107 bairros da cidade (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1996).

MAPA 10 - Mapa da Evolução Urbana de Rio Branco



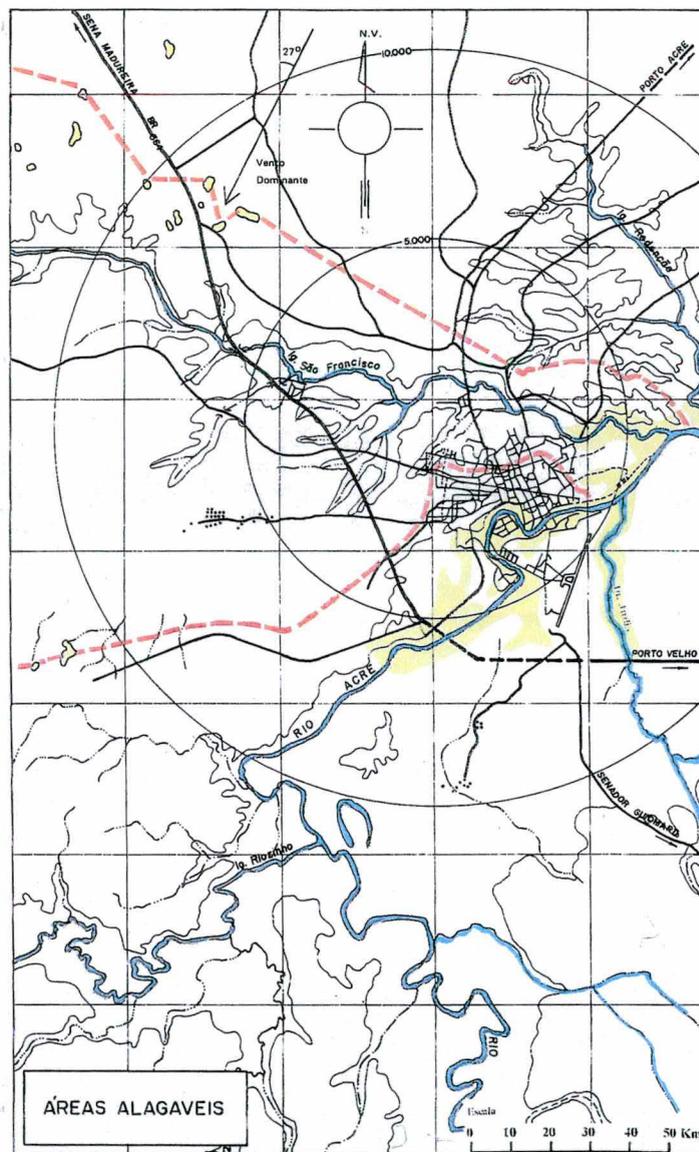
Fonte: Prefeitura Municipal de Rio Branco, 1995.

Nesse processo as classes sociais menos privilegiadas foram obrigadas a ocupar áreas menos valorizadas, as quais não dispunham de nenhum tipo de infra-estrutura e de serviços públicos indispensáveis à vida urbana. Assim, áreas que do ponto de vista físico e legal não poderiam ser ocupadas – margens de rio, igarapés, áreas alagadas ou

inundáveis periodicamente - abrigam atualmente inúmeros bairros da cidade. Essa situação vem apresentando inúmeros problemas ao Poder Público Municipal e, principalmente, às populações residentes nessas áreas, que comumente são afetadas com alagação, inundação ou com os processos de movimentos de massa.

A despeito do estabelecido pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO BRANCO, 1986), no que se refere à construção de habitações em áreas em cota inferior a 130 metros, as ocupações “espontâneas” continuam a ocorrer.

Muitos bairros, como Triângulo, Taquari, Quinze, Santa Terezinha, Aeroporto, Cadeia Velha, Preventório, Papôco e Base, por exemplo, encontram-se em áreas sujeitas a alagação e/ou inundação, seja por via pluvial ou fluvial, tanto por parte do transbordamento do Rio Acre como por parte dos inúmeros igarapés que recortam a cidade. O mapa 11, a seguir, demonstra as cotas onde se estabelece parte do município de Rio Branco, enquanto no mapa 12 podemos visualizar as áreas alagáveis.

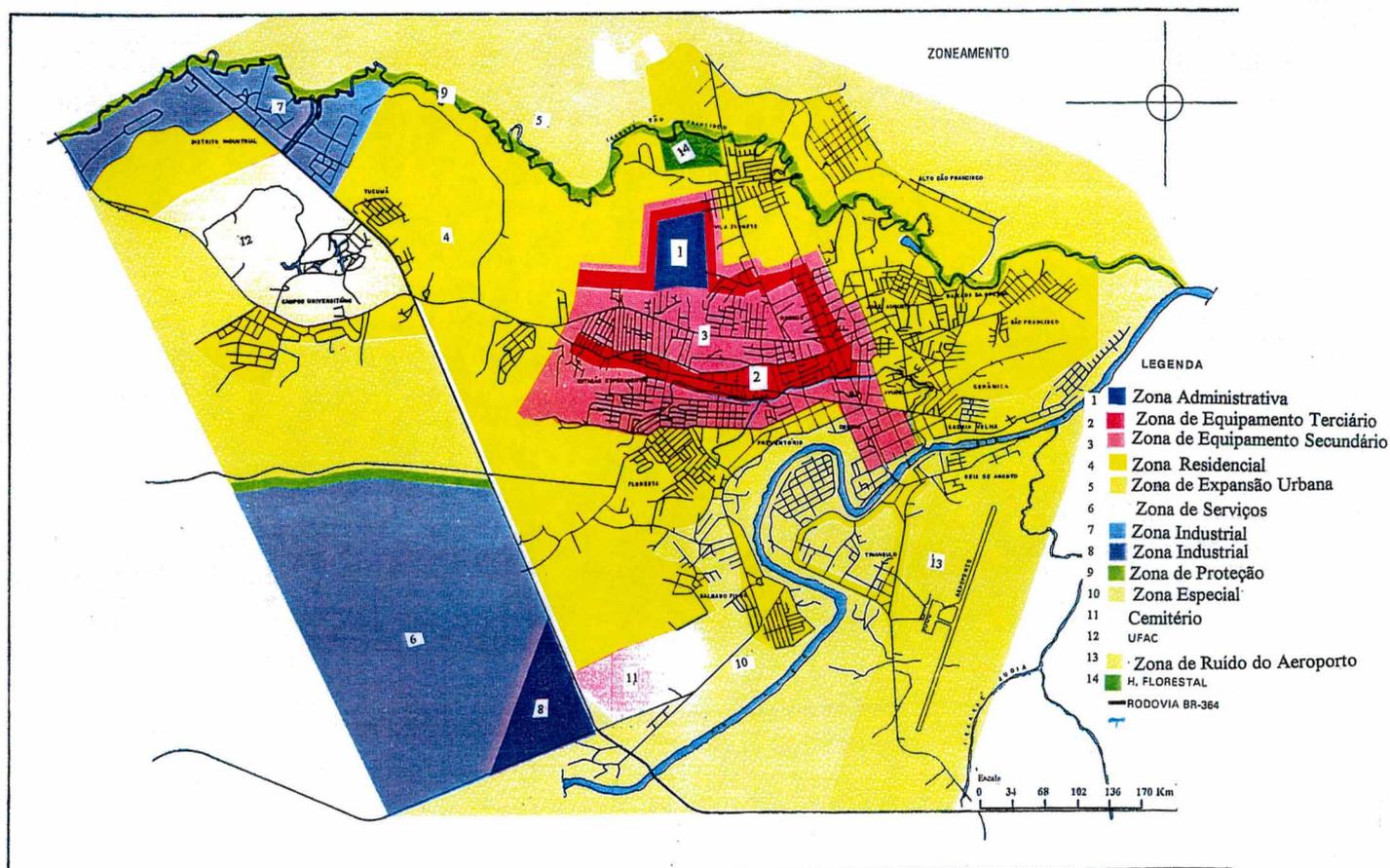
MAPA 12 - Áreas Alagáveis de Rio Branco e seus Arredores

Fonte: Prefeitura Municipal de Rio Branco, (1986).

Segundo o mesmo Plano Diretor, estabeleceram-se as seguintes zonas diferenciadas da cidade, (Mapa 13) a saber:

- I – Zona AD - Administrativa;
- II – Zona ET - Equipamento Terciário;
- III – Zona ES - Equipamento Secundário;
- IV – Zona R - Residencial;
- V – Zona EP - Expansão Urbana;
- VI – Zona S - Serviços;
- VII – Zona I - Industrial;
- VII – Zona I - Industrial;
- IX - Zona P - Proteção;
- X - Zona E - Especial;
- XI - Cemitério;
- XII - UFAC - Universidade Federal do Acre;
- XIII - Zona RA - Ruído de Aeroporto;
- XIV- Horto Florestal.

MAPA 13 - Mapa do Zoneamento da Cidade de Rio Branco



Fonte: Prefeitura Municipal de Rio Branco, 1986

De interesse específico neste trabalho são as Zonas Especiais que correspondem às áreas adjacentes ao Rio Acre, portanto passíveis de alagação, inundação e deslizamentos. A área totaliza 1.083 hec, e representava 13,18% do perímetro urbano em 1986 (PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO BRANCO, 1986).

Nessas áreas destacam-se os processos erosivos mais expressivos da cidade de Rio Branco – os movimentos de massa –, conhecidos localmente como desbarrancamento, desabamentos ou desmoronamentos.

Estes movimentos de massa correspondem aos movimentos descendentes dos materiais das margens do Rio Acre sob a influência direta da força gravitacional.

Assim, comumente ao longo dos barrancos⁷ do Rio Acre, observam-se cicatrizes deixadas pelos movimentos de massa atuantes na paisagem local. As cicatrizes mais antigas encontram-se suavizadas e vegetadas por gramíneas, arbustos e árvores frutíferas esparsas. A disposição das árvores e arbustos encontrados na área indicam a movimentação do material através de troncos inclinados e curvos.

São observáveis, ainda, a inclinação de postes, cercas e casas, de acordo com o sentido da movimentação, além da presença de trincas, terracetes e embarrigamento do terreno.

O material removido projeta-se barranco abaixo acionado pela força gravitacional, depositando-se no interior do canal ou alinhando-se ao longo de terracetes marginais, de onde é novamente removido pela ação erosiva do fluxo do rio.

Estes fenômenos intensificaram-se nos últimos 20 anos na cidade de Rio Branco, afetando diretamente as populações que habitam essas áreas e acarretando sérios problemas, como a perda total e parcial de ruas, avenidas, prédios, estabelecimentos comerciais, residências, rede de energia elétrica e de abastecimento de água.

O desencadeamento desses movimentos de massa possuem um caráter anual e podem ocorrer tanto em pontos dispersos do espaço com ações de períodos longos (meses) ou de forma abrupta com períodos extremamente curtos (questão de dias e/ou horas).

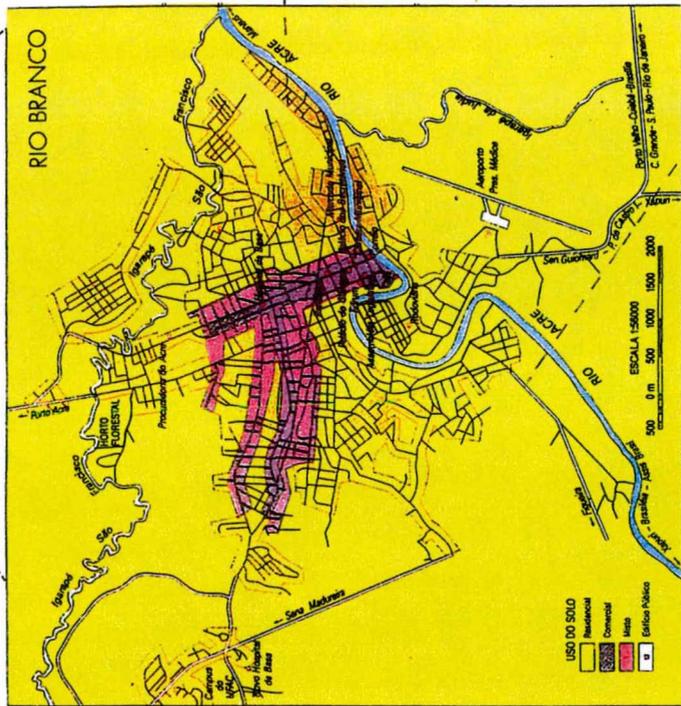
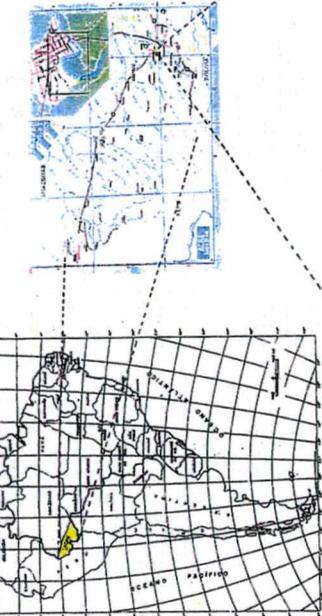
⁷ Barranco - expressão regional aqui utilizada para designar margens do rio com forte declividade.

Tais fenômenos podem ser observados durante épocas úmidas (períodos chuvosos), quando são registradas intensas precipitações, e também estão intimamente relacionados ao caráter meandrante do Rio Acre e ao seu regime hidrológico.

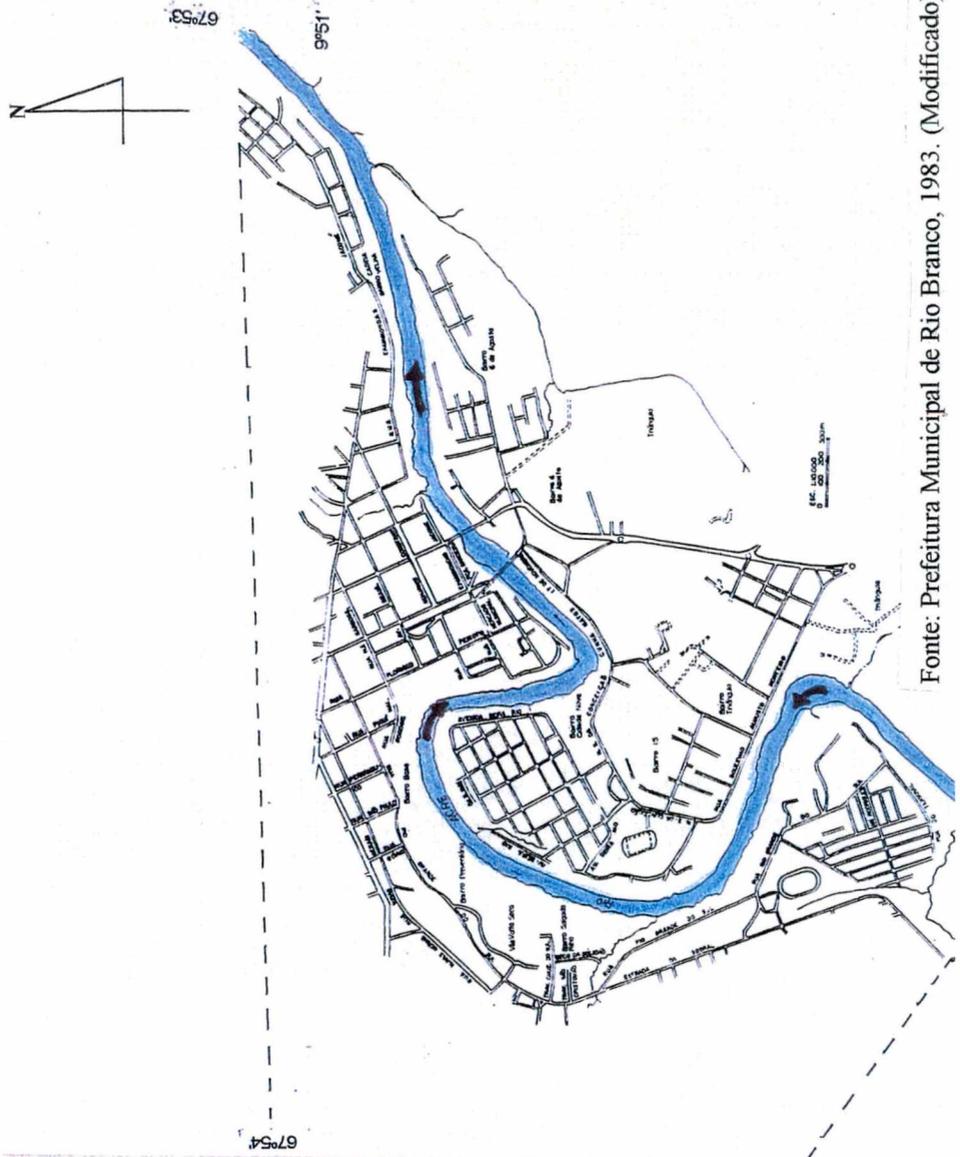
2.2. Movimentos de Massa na Cidade de Rio Branco

A área de estudo (mapa 14), propriamente dita, compreende um trecho das margens direita e esquerda do Rio Acre na cidade de Rio Branco, capital do estado do Acre, aproximadamente, entre as coordenadas de $9^{\circ} 51' - 9^{\circ} 52' S$ e $67^{\circ} 54' - 67^{\circ} 53' W$.

Neste trecho, o Rio Acre apresenta seu curso encaixado na Depressão Rio Acre/Rio Javari, (**vide** mapa 04), o que lhe confere um caráter peculiar, pois restringe as extensões de sua planície fluvial, induzindo uma migração lateral ao longo de suas margens e facilitando o desenvolvimento de movimentos de massa, especialmente sobre os sedimentos Terciários da Formação Solimões.



Fonte: Atlas Geográfico Ambiental do Acre, 1991.



Fonte: Prefeitura Municipal de Rio Branco, 1983. (Modificado).

Observações de campo na área em questão acusam a presença de inúmeras cicatrizes resultantes de movimentos de massa antigos e atuais, bem como de seus respectivos depósitos ao longo do canal.

Estes movimentos de massa são mais freqüentes nas áreas com forte declividade (os barrancos) situadas, especialmente, nos trechos mais sinuosos do canal – os meandros –, áreas estas mais suscetíveis aos processos erosivos de origem fluvial.

O processo destaca-se na área pelo volume de material mobilizado todos os anos, e por desencadear outros processos erosivos bastantes significativos como: a erosão laminar e/ou erosão concentrada em sulcos que se seguem, graças ao desenvolvimento imediato do escoamento superficial, sobre a massa de material mobilizado. Dessa forma, observa-se a formação de escoamento concentrado e difuso, tanto no interior das cicatrizes como ao longo dos barrancos.

Neste trecho do canal, foram evidenciados dois grupos de movimentos de massa que se diferenciam de acordo com a velocidade de deslocamento, o tipo do material envolvido, o modo de deformação e o conteúdo de água, ou seja, os mecanismos atuantes em cada tipo de movimento.

Foram identificadas 18 cicatrizes provenientes dos movimentos de massa. A estas cicatrizes foi atribuída uma denominação nominal e numérica seguindo a ordem seqüencial de cadastramento e ordem de ocorrência conforme foi descrito na metodologia anteriormente apresentada.

Com a finalidade de enfatizar melhor esta problemática foram selecionadas três cicatrizes para estudo detalhado. A escolha deveu-se ao fato destas cicatrizes resultarem de processos atuais, o que possibilitou o acompanhamento de todas as fases de desenvolvimento do processo.

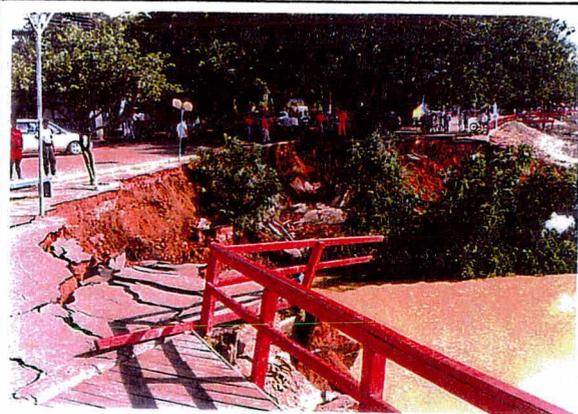
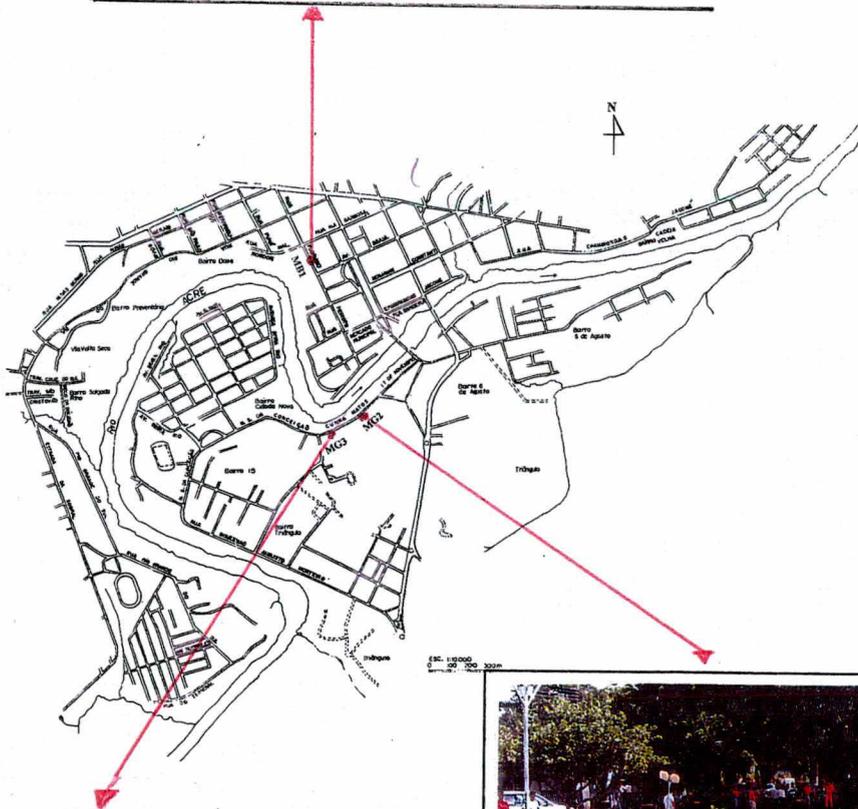
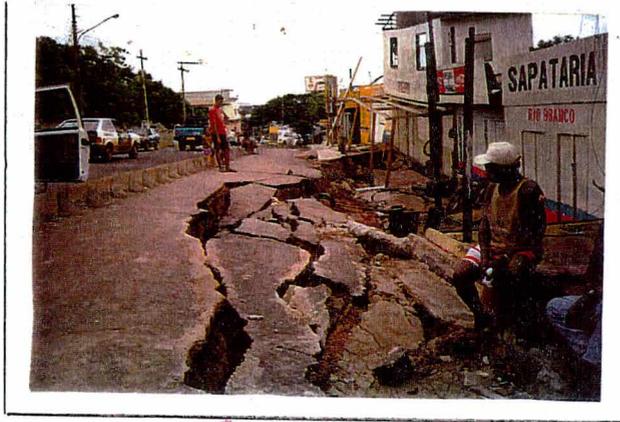
Estas cicatrizes encontram-se localizadas ao longo do meandro ativo do Rio Acre no sítio urbano de Rio Branco. As cicatrizes escolhidas para o estudo foram as MB1, localizada na margem esquerda do Rio Acre, e as cicatrizes MG2 e MG3, localizadas na margem direita (Mapa 15).

Neste trecho, foram evidenciados dois grupos de movimentos de massa que se diferenciam de acordo com a velocidade de deslocamento, o tipo do material envolvido, o modo de deformação e o conteúdo de água, ou seja, os mecanismos atuantes em cada tipo de movimento.

Conforme o exposto, as hipóteses levantadas nesta pesquisa são de que: o regime de intensas precipitações registradas na área, aliado aos diferentes materiais e principalmente à dinâmica meandrante do Rio Acre apresentam-se como os principais fatores coadjuvantes da instabilização de suas margens e da presença dos diferentes tipos de movimentos de massa presentes na área de estudo.

Neste sentido, o capítulo seguinte abordará de que forma a dinâmica do Rio Acre, no contexto geral de sua bacia de drenagem, interfere nos mecanismos de deflagração dos movimentos de massa.

FIGURA 01 - Localização das Cicatrizes Monitoradas na Área de Estudo



Fonte: Trabalho de Campo realizado em julho/96 e maio/97.

Capítulo III

3.O TRABALHO DO RIO NA DINÂMICA EVOLUTIVA DO RELEVO REGIONAL

Os rios constituem um dos agentes mais importantes, dentre todos os processos morfogenéticos responsáveis pelo modelado regional. São eles um dos principais responsáveis tanto pela erosão de planaltos e vertentes como pela sedimentação de vales e baixadas onde estabelecem compensação entre as ações destrutivas e reconstrutoras da paisagem (MOREIRA, 1958).

Os cursos d'água funcionam como canais de escoamento que são alimentados pelas águas superficiais e subterrâneas. Essa alimentação pode variar bastante dependendo das condições climáticas, litológicas e da cobertura vegetal, as quais funcionam como fatores controladores da morfogênese e do tipo de carga a ser fornecida para os rios. Assim, todos os acontecimentos que ocorrem na bacia de drenagem repercutem, direta ou indiretamente, nos rios (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Na Amazônia, muito mais que em outras regiões brasileiras, os cursos d'água assumem uma importância fundamental em função de sua rede hidrográfica que impressiona tanto por sua extensão como por sua vultosidade, adquirindo uma posição singular incomparável a outras regiões do mundo, face a natureza peculiar dos rios amazônicos (MOREIRA, 1958).

Neste sentido, os rios e os processos erosivos por eles desencadeados constituem um importante objeto de pesquisa para a compreensão da dinâmica evolutiva da paisagem, pois se apresentam como um dos elementos básicos na esculturação do modelado regional.

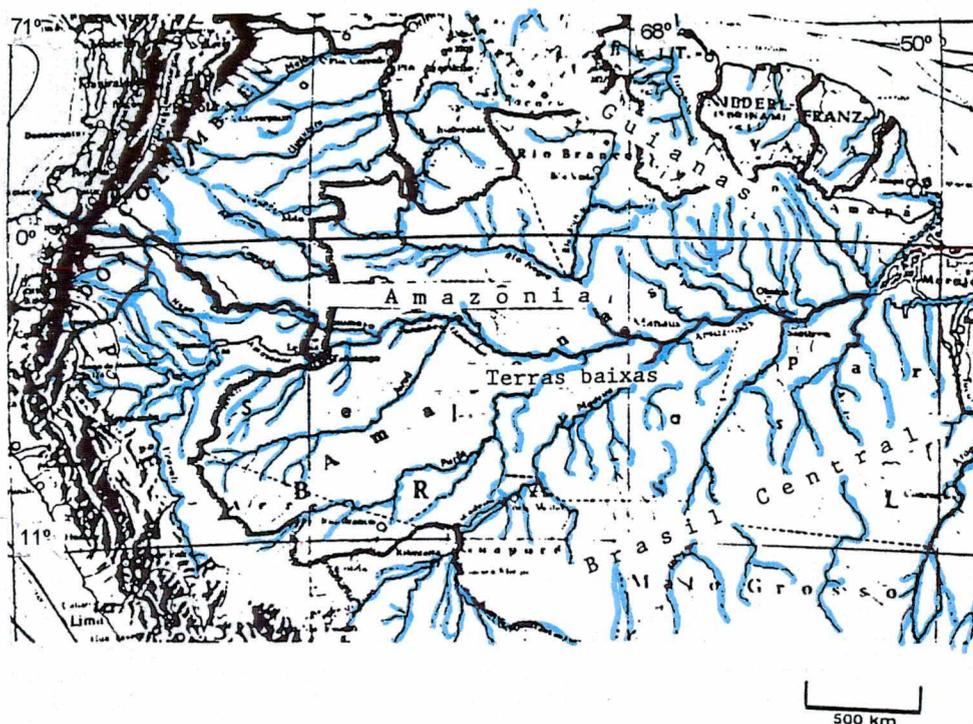
Assim, como outros rios, os rios amazônicos apresentam, segundo SIOLI (1984), três características individualizantes:

- apresentam um sistema de fluxo direto, receptor de material oriundo da paisagem circundante;
- constroem uma forma peculiar de sua própria paisagem;
- são modelados pela paisagem de suas bacias de drenagem.

Desta forma, a morfologia, a tipologia e os processos erosivos desencadeados nos rios amazônicos estão relacionados à própria história geológica das bacias de drenagem regional.

Genericamente, os rios cujas nascentes estão ao norte e sul da Bacia Amazônica originam-se nos Escudos Cristalinos das Guianas e do Planalto Central Brasileiro, enquanto os rios que nascem a oeste e sudoeste possuem suas cabeceiras situadas na região Andina e seus arredores, conforme pode ser observado no mapa a seguir (Mapa 15).

MAPA 15 - Mapa da Bacia de Drenagem Amazônica



Fonte: SIOLI, 1984

Ao longo de toda a bacia se distinguem : a) sedimentos Quaternários, sujeitos à inundação, onde a sedimentação prossegue anualmente nos depósitos de igarapés⁸ nas várzeas; b) sedimentos mais antigos (Terciários) áreas geralmente não inundáveis (terra-firme) onde predominam espigões, morros, planaltos e serras que circundam as bacias de drenagem.

Sob o ponto de vista hidrográfico, a Amazônia brasileira se evidencia por sua extensão e caudaliosidade sem precedentes continentais, abrangendo uma área de 6.500.000 Km², sendo formada por rios, lagos, paranás⁹, furos¹⁰ e igarapés.

⁸Igarapé - denominação regional dada a pequenos cursos d'água na Amazônia. O termo originário da língua indígena e significa "caminho de canoa" (igara - canoa; pé - caminho, trilha).

⁹Paraná - termo de origem indígena que significa o braço de um grande rio.

¹⁰Furos - denominação amazônica para braços d'água que liga um curso d'água a outros em geral ao curso principal ou a um lago.

Quanto aos rios originados na região Andina e seus arredores, estes caracterizam-se por apresentarem estreitos vales fluviais com enorme declividade. Porém, à medida que estes avançam em direção às terras baixas amazônicas, transportando abundante carga em suspensão – resultado das pronunciadas avalanches em suas cabeceiras –, modificam o seu caráter, uma vez que a erosão antes intensificada cede lugar à deposição [não significando que a erosão cessou], passando os rios a desenvolverem uma forte penetração lateral, iniciando o processo de meandramento (SIOLI, 1984).

A alta mobilidade da dinâmica desses rios [inclusive do Rio Acre] possibilita um intenso processo de elaboração, destruição e reconstrução do relevo regional que pode ser observado numa escala de tempo relativamente curta (SIOLI, 1984).

Esta dinâmica suscita uma multiplicidade de fenômenos interessantes já enfatizados por MOREIRA (1958), destacando-se, dentre eles, os movimentos de massa conhecidos regionalmente como fenômenos das terras-caídas, desbarrancamentos ou desmoronamentos

Estes fenômenos predominam nos rios de “águas brancas” (barrentas), onde os materiais encontram-se semi-consolidados, variando apenas na proporção que assumem e nos impactos sócio-econômicos que apresentam ao atingirem as populações ribeirinhas.

Parte integrante da vida dessas populações, que aprenderam a conviver com este fenômeno, despertou interesse de muitos naturalistas e pesquisadores como SPIX e MARTIUS (1981), que no trajeto de sua viagem da Barra do Rio Negro (atualmente Manaus) ao Rio Madeira e a Belém do Pará (entre 1817 - 1820) identificaram e registraram com admiração o poder da “impetuosidade” das águas do Rio Madeira e do Rio Amazonas no “desabamento das margens desses rios.”

Euclides da Cunha (**apud BRASIL, 1976**), ao estudar o meandramento do Rio Purus, também fez referências à manifestação desses fenômenos. Mas, foi STERNBERG (1956) quem identificou e propôs o primeiro modelo evolutivo do fenômeno na Amazônia.

Os levantamentos realizados pelo Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1976) reiteram a presença desses fenômenos nos rios Solimões, Madeira, Purus, Iaco e Acre.

No decorrer dessa pesquisa nos deteremos em compreender a ação desses movimentos de massa em um trecho do canal do Rio Acre na cidade de Rio Branco (AC).

Antes, no entanto, necessário se faz compreendermos um pouco mais da dinâmica fluvial desse rio no âmbito de sua bacia de drenagem, a qual trataremos nos tópicos seguintes.

3.1. Evolução do Relevo na Bacia de Drenagem do Rio Acre

O Rio Acre, por sua extensão e seu caudal, constitui o principal canal de sua bacia de drenagem. Nasce a 400 metros de altitude, em território peruano, demarcando em parte a fronteira Brasil/Peru e Brasil/Bolívia, sendo um dos principais afluentes pela margem direita do Rio Purus, onde deságua a uma altitude de 100 m na cidade de Boca do Acre (AM). Localiza-se na porção sudoeste da Amazônia como um típico rio de ambiente tropical (LATRUBESSE, 1992) transportando abundante carga em suspensão, o que confere às suas águas uma coloração turva, típica de um rio de “águas brancas” (SIOLI, 1991). Apresenta uma descarga média na estação hidrológica de Rio Branco (AC) de 350 m³/seg.

O padrão de drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Acre, sob o aspecto geométrico, é de uma drenagem dentrítica. Os principais tributários do Rio Acre situam-se à margem esquerda. São eles: os rios Xapuri, Riozinho do Rôla, Riozinho do Andirá e o Antimari. Pela margem direita seus tributários são uma série de pequenos igarapés, onde destacam-se os igarapés do Brito, do Mota, Judia, Quixadá e Igarapé Grande (Mapa 16).

Outras características dessa Bacia de drenagem podem ser observadas no Quadro 02.

QUADRO 02 - Características da Bacia de Drenagem do Rio Acre

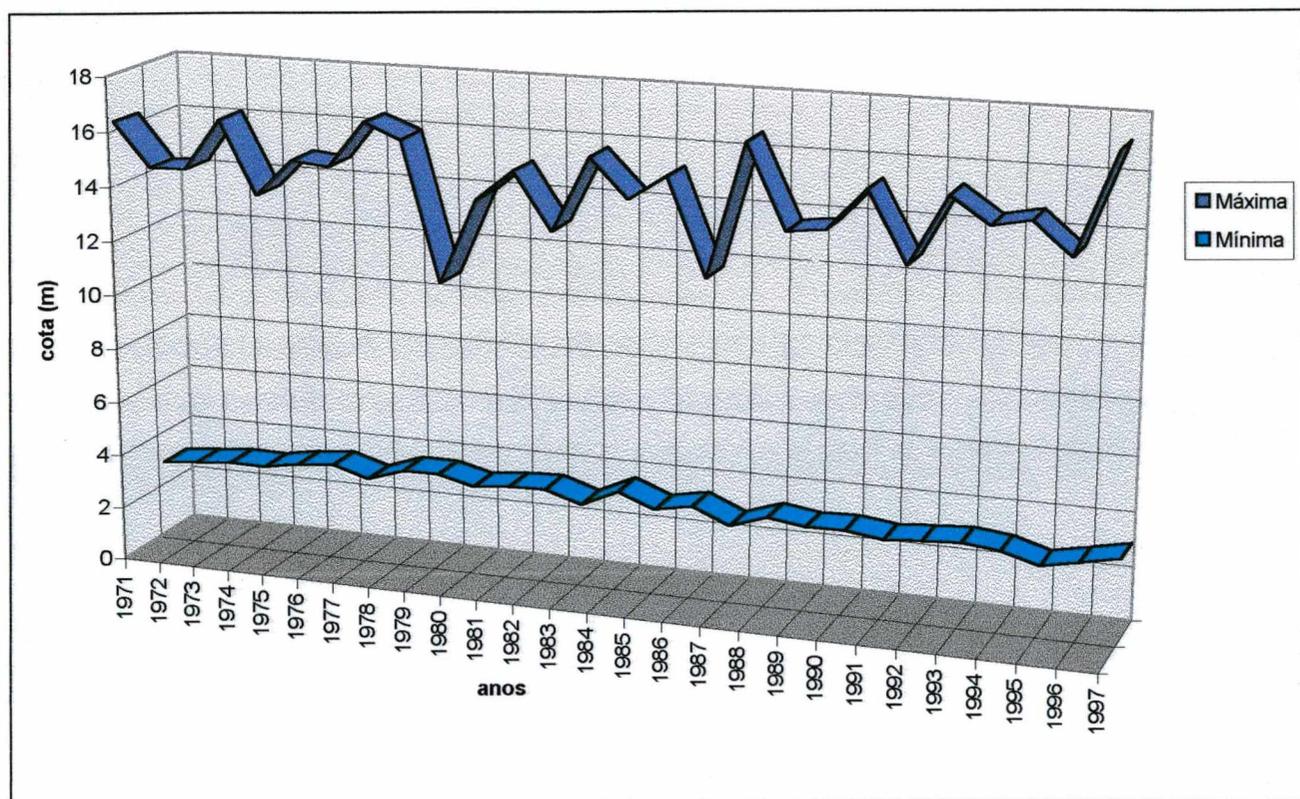
RIO	AMBIENTE DA BACIA (LATRUBRESS, 1992)	ÁREA DA BACIA DE DRENAGEM (SILVA, 1997)	DENSIDADE DE HIDROGRÁFICA (SILVA, 1997)	DESCARGA MÉDIA (CEDEC,1997)	MORFOLOGIA DO CANAL
Acre	Tropical	33.468 km ²	0,74 km/km ²	350 m ³ /seg	Sinuosidade moderada a tortuosa, forma de meandros assimétricos alternados com segmentos retilíneos.

A área da Bacia de Drenagem do Rio Acre é de 33.468 km² (SILVA, 1997).

Há grande sazonalidade entre o período chuvoso, que vai de novembro a abril, e o período de estiagem, de junho a agosto. No Gráfico 02 e Quadro 03 podem ser visualizados os níveis máximos e mínimos do Rio Acre entre 1971 e 1997*.

* Os dados referentes às cotas do nível do Rio Acre entre 1995/1997 utilizados nesse trabalho ainda estão em folhas avulsas.

**GRÁFICO 02 - Níveis Máximos e Mínimos do
Rio Acre na cidade de Rio Branco
1971 a 1997**



Fonte: Governo do Estado do Acre - Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC), 1997.

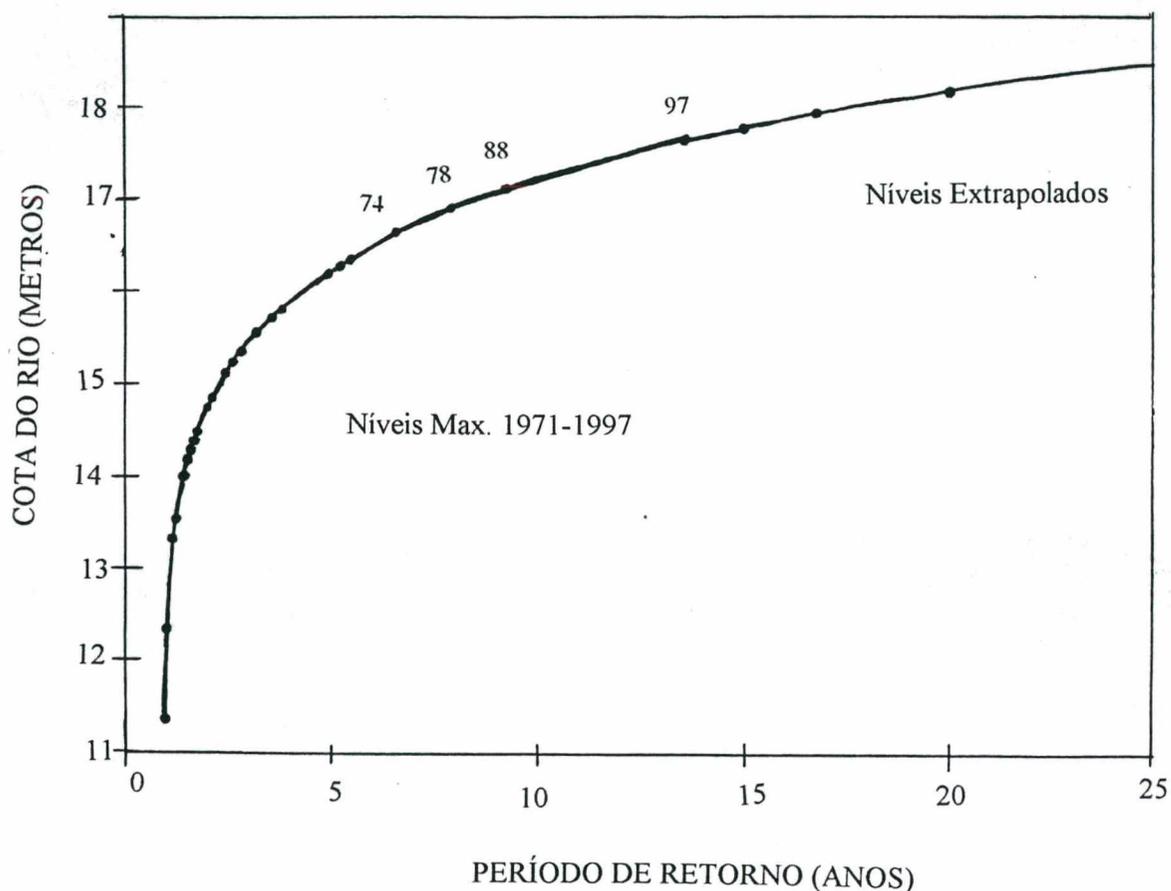
**QUADRO 03 - Quadro dos níveis máximos e mínimos do Rio Acre em Rio Branco
1971 a 1997**

Ano	Máxima	Mínima
1971	16.30	2.80
1972	14.72	2.95
1973	14.75	3.06
1974	16.64	3.05
1975	14.00	3.29
1976	15.36	3.41
1977	15.23	3.00
1978	16.90	3.45
1979	16.38	3.47
1980	11.38	3.13
1981	14.46	3.28
1982	15.56	3.32
1983	13.55	2.90
1984	16.22	3.53
1985	14.87	3.00
1986	15.76	3.26
1987	12.34	2.68
1988	17.12	3.14
1989	14.18	2.94
1990	14.34	2.96
1991	15.82	2.78
1992	13.34	2.89
1993	15.82	2.98
1994	14.9	2.83
1995	15.18	2.43
1996	14.04	2.71
1997	17.66	3.01

Fonte: Governo do Estado do Acre -CEDEC, 1997.

Neste período (1971/1997), registraram-se quatro (04) grandes cheias: a de 1974, em que a cota máxima atingiu 16,64 m, em 1978, quando chegou aos 16,90 m, a de 1988, que registrou 17,12 m e, finalmente, a cota de 17,66 m no ano de 1997. Esta cota superou todas as cotas de transbordamento até então registradas, ficando o Rio Acre 4,16 m acima da cota de alerta indicada pela Defesa Civil, que é de 13,50 metros, e 3,66 m acima da cota de transbordamento, que é de 14.00 m (Gráfico 03).

GRÁFICO 03 - Gráfico do Período de Recorrência 1971/1997



Fonte: Governo do Estado do Acre -CEDEC, 1997.

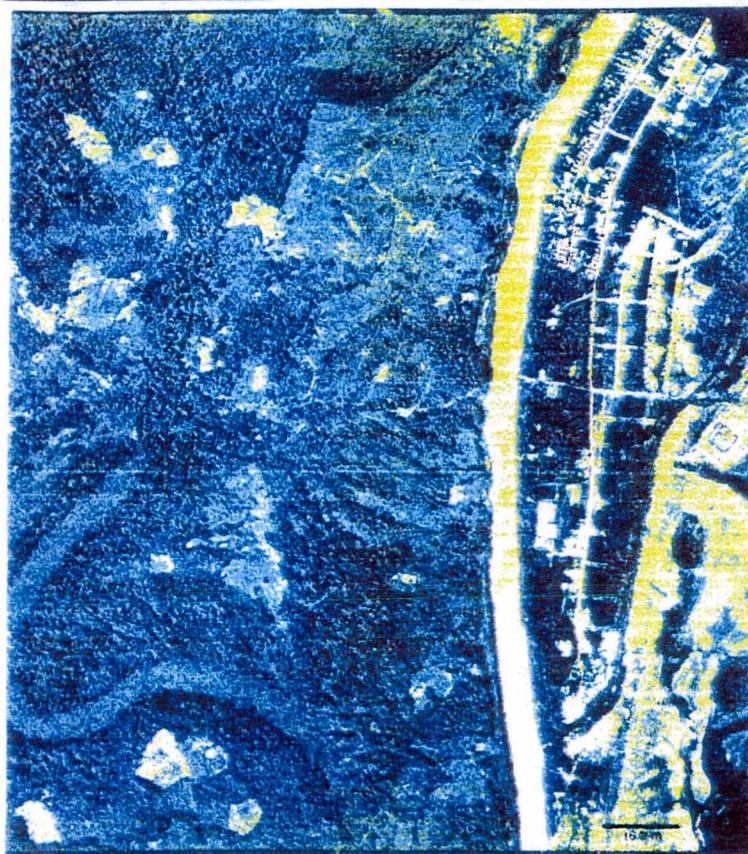
O canal do Rio Acre apresenta um padrão sinuoso e meandrante à medida que divaga ao longo de sua extensa e contínua faixa de planície, desde sua área de fronteiras internacionais.

Alternadamente, move seu curso para a direita e para a esquerda de sua planície, de onde podemos inferir que a evolução das formas do relevo ao longo da bacia sedimentar (cuja deposição situa-se entre o final do Terciário e começo do Quaternário) está relacionada, principalmente, ao processo de erosão lateral efetuado por sua drenagem fluvial. Este, responsável pelas distintas fases de deposição ao longo da bacia de drenagem.

A dinâmica fluvial apresenta pelo menos duas fases definidas de atuação na área, a primeira, configurando formas mais antigas representadas pelos terraços fluviais e segunda, está representada pela deposição dos aluviões atuais originando a planície aluvial. Estes aspectos foram descritos através do levantamento geológico-geomorfológico efetuado pelo Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1976) e também por LATRUBESSE (1992); BUENO et al. (1985); BUENO (1989) e NASCIMENTO (1995), dentre outros trabalhos desenvolvidos em nível regional.

A largura do canal atual do Rio Acre em seu setor retilíneo no município de Rio Branco varia entre 70 e 74 metros. No entanto, medidas tomadas por SILVA (1995) e LATRUBESSE e SILVA (1996) em paleocanais ao longo da planície de inundação indicaram larguras pelos menos duas vezes maiores que as atuais, as quais oscilam entre 120 metros e 129 metros. A partir desses dados pode-se inferir, através de uma morfologia comparada, que num passado relativamente recente o canal do Rio Acre foi sistematicamente maior do que é atualmente, como podemos observar nas fotografias aéreas a seguir.

FIGURA 02 e 03 - Meandros Abandonados Encontrados no Município de Rio Branco



Fonte: Fotografias Aéreas, 1981.

Conforme as fotografias aéreas (Figura 02 e 03) os meandros e os paleocanais são comuns ao longo da planície do Rio Acre. Através dessa observação podemos contar ainda, de forma fragmentada, um pouco da história dos diferentes percursos das suas águas.

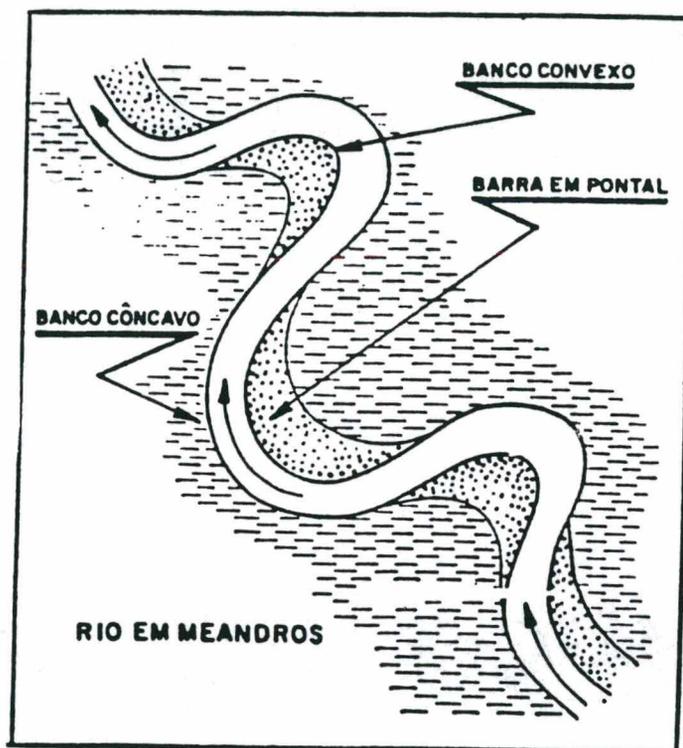
Como sabemos, os meandros não são feições típicas só dos rios amazônicos, já que rios de todos os tamanhos e em todas as altitudes podem formar meandros. Esses surgem quando o rio atravessa uma declividade suave em meio constituído por material de granulometria fina, facilmente erodível e transportável, porém suficientemente coeso, capaz de formar pacotes firmes (CÂNDIDO, 1971).

As divagações dos rios estão influenciadas por fatores geológicos e hidrológicos locais que irão atuar de forma diferenciada no processo de erosão e deposição. Quando um rio encontra um pacote sedimentar fino e rígido, tende a formar margens altas e íngremes que, devido à coesão dos materiais, tornam-se mais resistentes à erosão.

O meandramento do rio resulta, assim, do equilíbrio entre a capacidade erosiva da água e a resistência da rocha. Pressupõe-se portanto que haja, conforme DERRAU, **apud** CÂNDIDO (1971, p. 24), *“um equilíbrio entre a inclinação do leito, o débito, a carga sedimentar e a resistência da margem”*.

O desenvolvimento dos meandros ativos deve-se, portanto, ao processo contínuo de erosão e deposição, onde ocorrem transferências dos materiais das margens côncavas - ponto de maior velocidade da água, banco de solapamento - e deposição para as margens convexas a jusante - ponto de menor velocidade da corrente (*point - bars*) - como podemos notar na Figura 04.

FIGURA 04 - Feições Morfológicas Típicas de um Rio Meandrante



Fonte: MEDEIROS et al., 1971 (modificado).

A observação da faixa de meandro do Rio Acre permite a visualização de um conjunto consecutivo de meandros localizados desde áreas mais afastadas - pela margem direita do leito do canal (os paleocanais) - àquelas atuais.

Na evolução do relevo local, dois conjuntos de fenômenos são responsáveis pela elaboração desses meandros no Rio Acre e, conseqüentemente, pela paisagem fluvial presente na área.

1. Aqueles resultantes da elaboração ativa no curso do rio, responsáveis pelos meandros atuais;
2. Aqueles resultantes da elaboração passada do curso do rio, responsáveis pelos meandros abandonados.

As formas resultantes da elaboração passada do Rio Acre são responsáveis pela formação dos meandros abandonados (paleocanais) conseqüentes de sua própria evolução via processo de erosão e autocaptura. Pois como sabemos os meandros abandonados apresentam-se ao longo da planície aluvial por onde o rio divagou intensamente, resultando das modificações efetuadas ao longo do tempo no leito do canal.

Isso ocorre porque, à medida que as margens côncavas passam por um intenso processo erosivo, o colo de meandro (pêndulo que separa os dois braços do rio) pode ser estrangulado pela formação e desenvolvimento de diques marginais que promovem aos poucos o isolamento do antigo canal de onde se originam os meandros abandonados. Uma vez decapitado o pêndulo do meandro, há um encurtamento do comprimento do rio e, conseqüentemente, um aumento local de seu gradiente, onde se inicia novamente o processo de erosão e deposição do meandro (CÂNDIDO, 1971 ; CUNHA, 1995).

Os canais abandonados, com o tempo, podem originar ao longo da planície de inundação numerosos lagos de formas semi-circulares, retos ou áreas pantanosas, como conseqüência do processo de colmatação. Tais formas podem ser identificadas ao longo do curso do Rio Acre, evidenciando parte da própria história desse rio.

Estes meandros abandonados apresentam-se em diferentes estágios de colmatação, conforme levantamento realizado por SILVA (1995).

1. meandros colmatados, sem água, com vegetação, geralmente afastados do leito atual do canal, indicando uma fase mais antiga;

2. meandros abandonados em forma de lago, mantendo contato com o rio, em fase de colmatação, como é o caso do lago do Amapá, localizado à margem direita do Rio Acre, à montante do ponto de captação de água da cidade. Nesse lago, um dos

mecanismos responsáveis pela colmatação são os processos de movimentos de massa atuantes em suas margens, conforme foi identificado por BUENO et al. (1985);

3. meandros em processo de colmatação, com água, separados do rio principal por uma estreita faixa de deposição recente e precariamente ligada à drenagem atual com a presença de uma vegetação homogênea, tipicamente hidrófila.

A despeito de ainda não haver datações cronológicas para a área, é possível inferirmos uma hipotética reconstrução de parte da história desse rio, se considerarmos os trabalhos já realizados sob este aspecto para o Rio Purus - Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1976) -, o qual possui importantes características geomorfológicas em comuns com o Rio Acre, como por exemplo o período de deposição da bacia, a abundante carga em suspensão e a morfologia do canal.

Assim, hipoteticamente, teríamos nos meandros atuais a primeira fase do meandramento do Rio Acre; a segunda seria representada pelos meandros em colmatagem, em que o pêndulo do meandro começa a ser rompido e há uma diminuição da velocidade do escoamento, iniciando-se o processo deposicional. A fase seguinte se caracterizaria pela ruptura definitiva do pêndulo. Nessa fase, o rio se autocapturaria, iniciando o processo de deposição, tanto no local do rompimento quanto ao longo da curvatura. A continuidade do processo de colmatação passaria a ser auxiliada pelo aporte de sedimentos laterais via processos erosivos (escoamento superficial, movimentos de massa) e pela ação fixadora da vegetação que ali se instala. A última fase da evolução ocorreria quando o leito do rio estivesse distanciado do canal atual.

Essa tipologia nos permite inferir, portanto, a existência de diferentes graus de evolução do meandramento do Rio Acre, indicando conseqüentemente uma intensa dinâmica geomorfológica em suas margens ao longo de um tempo relativamente recente,

em que os movimentos de massa apresentam-se como um dos principais responsáveis por essa evolução.

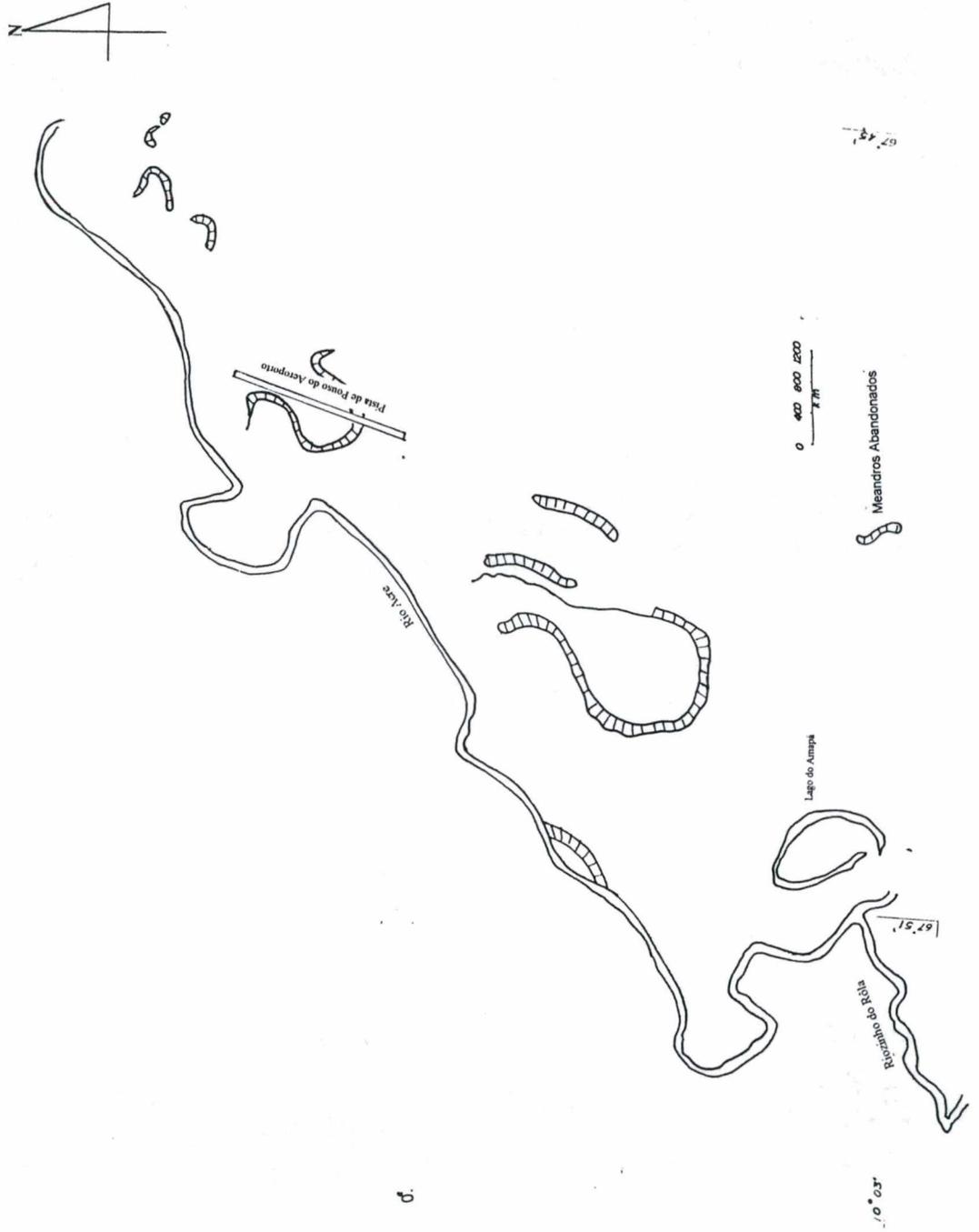
A dinâmica anteriormente exposta é francamente observada ao longo do canal do Rio Acre, no município de Rio Branco (AC), onde desenvolve-se uma série de meandros desarmônicos e complexos, tanto atuais como antigos, que podem ser observados no Mapa 17.

Dentre os muitos meandros encontrados ao longo do Rio Acre, destacamos a presença de um meandro ativo resultante da elaboração atual desse rio, localizado no sítio urbano da cidade de Rio Branco, o qual adquire um papel importante face aos processos de movimentos de massa a que está sujeito (Figura 05).

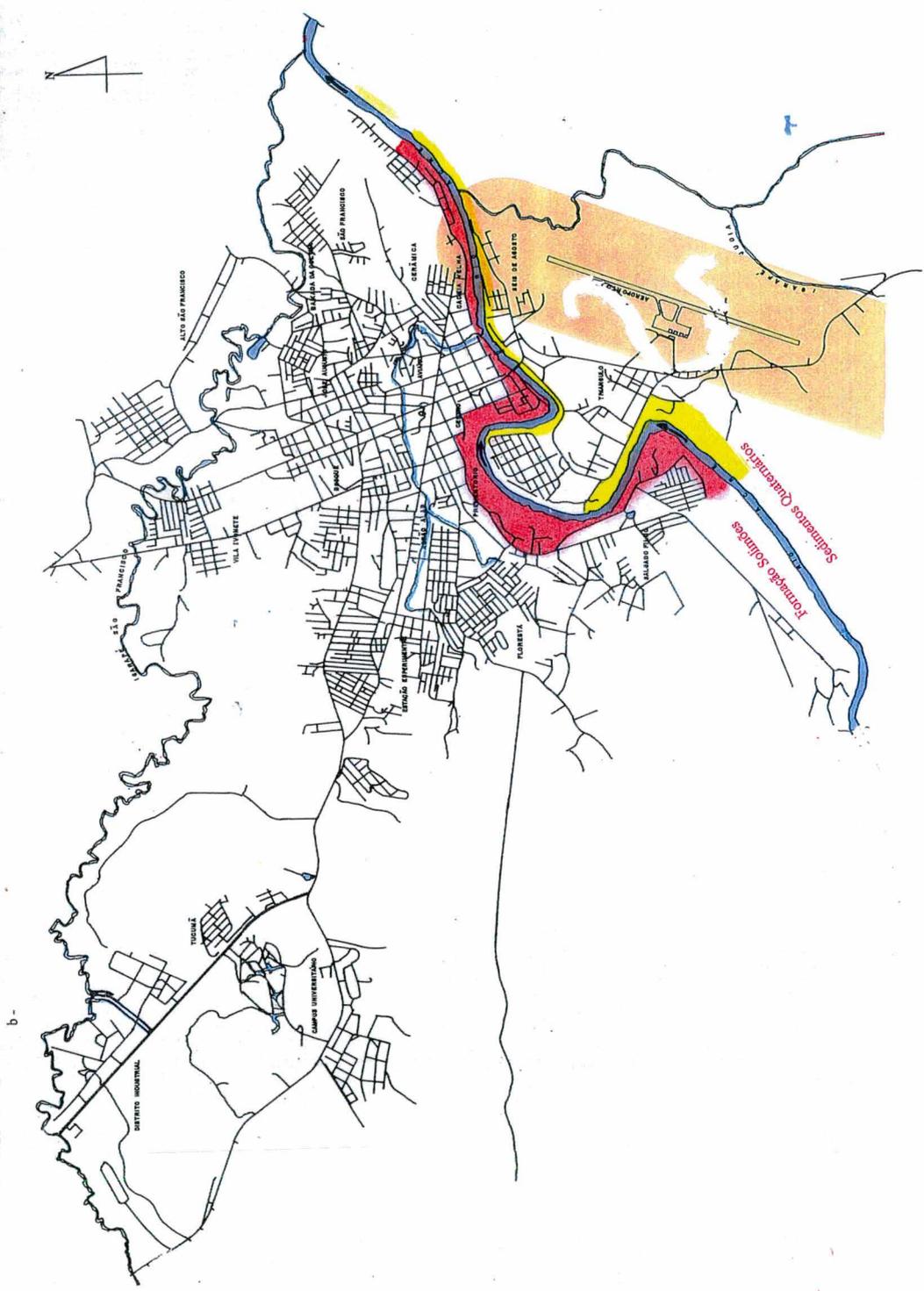
Nesta Figura podemos notar a direção do laço do meandro desenvolvendo-se com bastante vigor em direção à margem esquerda, onde ocorrem significativos movimentos de massa, enquanto em sua margem direita verifica-se a formação de bancos areno-siltosos que são depositados pelo próprio rio.

MAPA 17 - Mapa do Sítio Urbano de Rio Branco e Seus Arredores, Destacando os Meandros Abandonados e as Áreas Afetadas pelos Movimentos de Massa.

a -



d.



LEGENDA:

- Movimentos de Massa Lentos Associados
- Movimentos de Massa Rápidos Pontuais

Fonte: Prefeitura Municipal de Rio Branco, 1986 (Modificado) e Fotografias Aéreas, 1964-1975

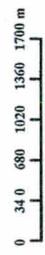


FIGURA 05 - Meandro Ativo Localizado no Sítio Urbano de Rio Branco



0 300 m



Fonte: Fotografias Aéreas, 1975.

3.2. A Dinâmica Fluvial do Rio Acre e sua Relação com os Movimentos de Massa

Como foi visto, o Rio Acre continuamente vem transformando o relevo regional e, em especial, o relevo local. Uma das causas principais a que se atribui esse processo está no regime contrastado de seu curso d'água - caracterizado pela presença de enchentes elevadas, com a subida rápida das águas e em seguida marcado por um escoamento rápido e violento produzido anualmente.

As fortes variações da descarga, que chega a atingir um desnível de até 11 metros, contribuem para acentuar o solapamento das margens côncavas (especialmente, durante as cheias), deslocando o ponto de impacto principal da corrente (em função da altura da água que ultrapassa o leito menor) e possibilitando, desta forma, ao meandro, uma migração regular, como bem frisou TRICART (1977) ao referir-se às particularidades do regime hidrológico do sudoeste amazônico.

A litologia sedimentar, representada pela Formação Solimões e o encaixamento do Rio Acre contribuem para o desenvolvimento de uma forte migração lateral, acentuando conseqüentemente o processo de meandramento.

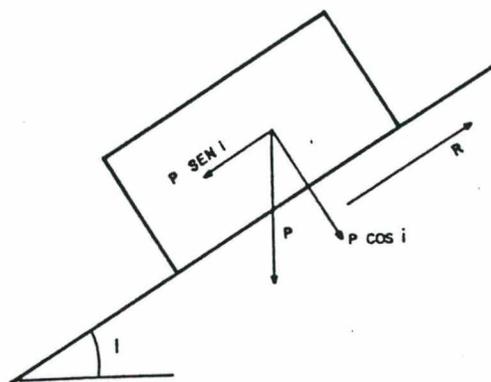
Tal fato pode ser constatado se observarmos o meandro ativo presente na área de estudo (**vide** mapa 17). Nesse setor, o Rio Acre encontra o pacote fino e rígido da Formação Solimões e forma escarpas quase verticais - os barrancos - na margem côncava, na qual, devido à forte correnteza exercida sobre o banco de solapamento basal, provoca, especialmente durante o período de elevadas precipitações, o desequilíbrio dessa massa rochosa (Formação Solimões).

Esse mecanismo descrito anteriormente é auxiliado durante o período das cheias, quando os materiais presentes nas margens do rio ficam quase inteiramente

saturados, tanto pelas infiltrações resultantes das intensas precipitações, como, principalmente, pela percolação lateral de fluxos saturados. Estes materiais, uma vez saturados, tendem a ter suas propriedades alteradas e a modificarem seu comportamento físico e mecânico, o que os torna mais suscetíveis a distintos processos erosivos, dentre eles os movimentos de massa (SELBY, 1990; COLÂNGELO, 1995; FERNANDES, 1990, FERNANDES, 1996, GUERRA, 1995, THOMAS, 1994; WOLLE & CARVALHO, 1989).

Assim, como ocorre nas encostas, os materiais presentes nos barrancos estão submetidos a um jogo de forças que os mantêm em diferentes inclinações, interagindo entre si, mantendo-os em equilíbrio (Fig. 06).

FIGURA 06 - Relação de forças na Análise de equilíbrio-limite



onde: i = inclinação

p = peso

Fonte: GUIDICINI e NIEBLE, 1976.

Estas forças são: 1. força de cisalhamento; 2. força de resistência ao cisalhamento.

A força de cisalhamento (τ) é gerada a partir da interação entre a força gravitacional, a carga sobrejacente e a declividade da superfície do terreno, enquanto a força de resistência ao cisalhamento é influenciada pelas características intrínsecas dos materiais constituintes do barranco, que permitem a obtenção da coesão dos parâmetros e do ângulo de fricção interna.

O momento que antecede a ruptura do material é caracterizado pela equivalência entre as forças de cisalhamento e as forças de resistência ao cisalhamento, quando a resistência máxima dos materiais é atingida. Mas, se a força de cisalhamento exceder a força de resistência ao cisalhamento, o material se moverá barranco abaixo, pois perderá sua resistência. Isso porque, diminuindo a resistência dos materiais do barranco ou aumentando a força de cisalhamento ou mesmo ocorrendo ambas as situações, pode-se desencadear a ruptura do material e, conseqüentemente, o seu movimento.

A força de cisalhamento depende, como já foi colocado anteriormente, da gravidade e da carga sobrejacente ao ponto considerado e da declividade da superfície do terreno. Para a força de cisalhamento os dois últimos fatores são importantes, visto que a força da gravidade é constante e variará em função destes. Por outro lado, a força de resistência ao cisalhamento depende das características intrínsecas dos materiais da superfície do terreno.

Estes materiais, de acordo com suas naturezas e/ou modificações externas existentes no barranco, apresentarão diferentes graus de coesão e fricção interna; as forças coesivas derivam da cimentação do material, enquanto as forças friccionais derivam, principalmente, da resistência provida pelo arranjo dos grãos (SELBY, 1990).

A coesão resulta da cimentação química das partículas de rochas ou solos, não sendo controlada por forças compressivas, mas pelas propriedades das partículas produzidas através da união química por óxidos, componentes orgânicos, carbonato, sílica e alumínio (SELBY, 1990).

A coesão aparente distingue-se da coesão por cimentação, pois resulta da pressão capilar da água contida nos solos, agindo como se fosse uma pressão externa. Ela é afetada pelo tamanho das partículas da rocha ou solo, por sua forma, pelo tipo de argilo-minerais e pelo conteúdo de água presente no material (SELBY, 1990 ; CAPUTO, 1988).

Em solos insaturados, a coesão (forças atrativas) resulta da tensão capilar e da tensão de adsorção de água. A tensão capilar é *“inversamente proporcional ao raio de curvatura da água superficial entre as partículas do solo”* (SELBY, 1990, p.47).

Desta forma, quanto menor o raio de curvatura, maior a tensão capilar e, portanto, maior a coesão aparente no caso de solos insaturados. Contrariamente, em solos saturados (como ocorre com os materiais constituintes dos barrancos durante o período das cheias e de intensas precipitações presentes na área), as sucções são eliminadas, não havendo resistência avaliável relacionada com a coesão aparente.

A fricção interna constitui uma característica intrínseca dos materiais e não apenas uma componente geométrica do jogo de forças que atua sob o barranco. A fricção constitui-se na base de controle de resistência de solos e rochas entre o contato das partículas.

Quanto maiores as irregularidades e asperezas dos grãos, mais forte será a fricção interna dos materiais. Desta forma, materiais arenosos apresentarão fricção interna relativamente maior do que materiais argilosos. O valor do ângulo de fricção dependerá,

portanto, das variações em profundidade do tamanho das partículas, da mineralogia, das diferentes densidades e das asperezas de suas superfícies.

O teor de umidade do material é um importante fator que interfere sobre a fricção. Isso porque, ao ocupar os vazios do solo, a água intersticial produz pressões neutras contra a fricção, tanto maiores quanto maior for a coluna d'água acima da superfície de ruptura. Assim, o teor de umidade apresenta-se como uma importante variável na compreensão dos movimentos de massa, pois, à medida que o material torna-se mais úmido, vão diminuindo as pressões de sucção (ou seja, a coesão aparente) e a fricção, provocando uma diminuição na resistência como um todo no material, como pode ser visualizado na equação de Coulomb descrita a seguir.

$$\mathcal{F} = (c' + \tau - u) \operatorname{tg} \phi$$

\mathcal{F} = força de cisalhamento

τ = resistência ao cisalhamento

c = coesão

u = nível da água

ϕ = ângulo de atrito

Desta fórmula concluímos que a tensão (componente de peso que também ajuda na fricção) é diminuída com o aumento do nível de água.

Assim, a saturação do material desempenha um importante papel na medida em que, ao gerar poro-pressões positivas, diminui a coesão e/ou a fricção do material, promovendo um colapso coletivo deste.

A presença de água no material tem sido considerada um dos principais fatores coadjuvantes dos deslocamentos, especialmente em regiões tropicais, pois, mediante efetivas condições de saturação, a coesão aparente gerada a partir dos fenômenos de sucção e capilaridade desaparecem, induzindo o colapso de rochas ou solos. As elevadas quantidades de precipitações e/ou precipitações concentradas são apontadas como as responsáveis pela saturação do material e pela formação de um “limite crítico” para o qual o material pode ser deslocado (THOMAS, 1994; WOLLE & CARVALHO, 1989).

Com base no que foi exposto procuraremos compreender os mecanismos atuantes no desencadeamento dos movimentos de massa presentes na área de estudo. Nesse sentido, os capítulos seguintes se deterão na análise teórica dessa problemática, na caracterização, diferenciação e organização dos materiais presentes nos distintos setores afetados por estes fenômenos.



As ondas, como línguas famélicas, infiltravam-se pelas rachaduras da ribancira e, em pouco tempo, um bloco gigantesco de barro despenca-se no rio. Ao cair, as águas abriam-se como boca descomunal e, engolindo os pedaços despregados do barranco, provocavam estrondos violentos, ensurdecedores, que repercutiam como lancinantes uivos da terra mutilada.

Arthur Engrácio

EVANDRO DERZE/Jornal A Gazeta
07/11/2007

Capítulo IV

4. MOVIMENTOS DE MASSA: FATORES, MECANISMOS E MATERIAIS ENVOLVIDOS NO PROCESSO

Os movimentos de massa, assim como outros processos geomorfológicos, constituem fenômenos naturais da dinâmica externa responsável pela modelagem da paisagem.

Estes compreendem o deslocamento de massa de terra ou rocha pela ação da gravidade sem a participação direta da água, ar ou gelo. Incluem-se nesse processo desde os deslocamentos lentos dos materiais de encosta pouco inclinada até a queda livre de blocos rochosos em encostas mais íngremes (BLOOM, 1978; RICE, 1973; LEOPOLD, 1964; AYALA CARCEDO e ELIZAGA MUNOZ, 1987; SELBY, 1990, entre outros).

Embora nesse processo a água em movimento esteja excluída, sua presença exerce uma função importante, pois reduz o coeficiente de fricção e aumenta o peso da massa intemperizada, preenchendo os espaços entre os poros (SELBY, 1990).

A diferenciação desses movimentos pode ser feita a partir da adoção de diferentes critérios. Dentre eles, destacam-se: a velocidade e o mecanismo do movimento, o tipo do material, o modo de deformação, a geometria da massa movimentada e o conteúdo de água (SELBY, 1990).

Na natureza são identificáveis vários tipos de movimentos de massa, que envolvem uma variedade de materiais e processos. Segundo SELBY (1990), os movimentos de massa podem ser divididos basicamente em quatro grandes grupos: rastejo (*creep*), falhas (quedas), escorregamentos (*slumps*) e fluxos (*flows*).

Rastejo – esse movimento é basicamente definido por sua velocidade. Corresponde ao movimento lento de solo ou rocha encosta abaixo de forma quase imperceptível. Pode apresentar variações distintas de acordo com o conteúdo de água e temperatura presente no solo, ou ainda estar também associado ao ponto de alcance da força de cisalhamento na encosta, resultante de outros movimentos ou pela atividade biológica presente no solo e a plasticidade do material.

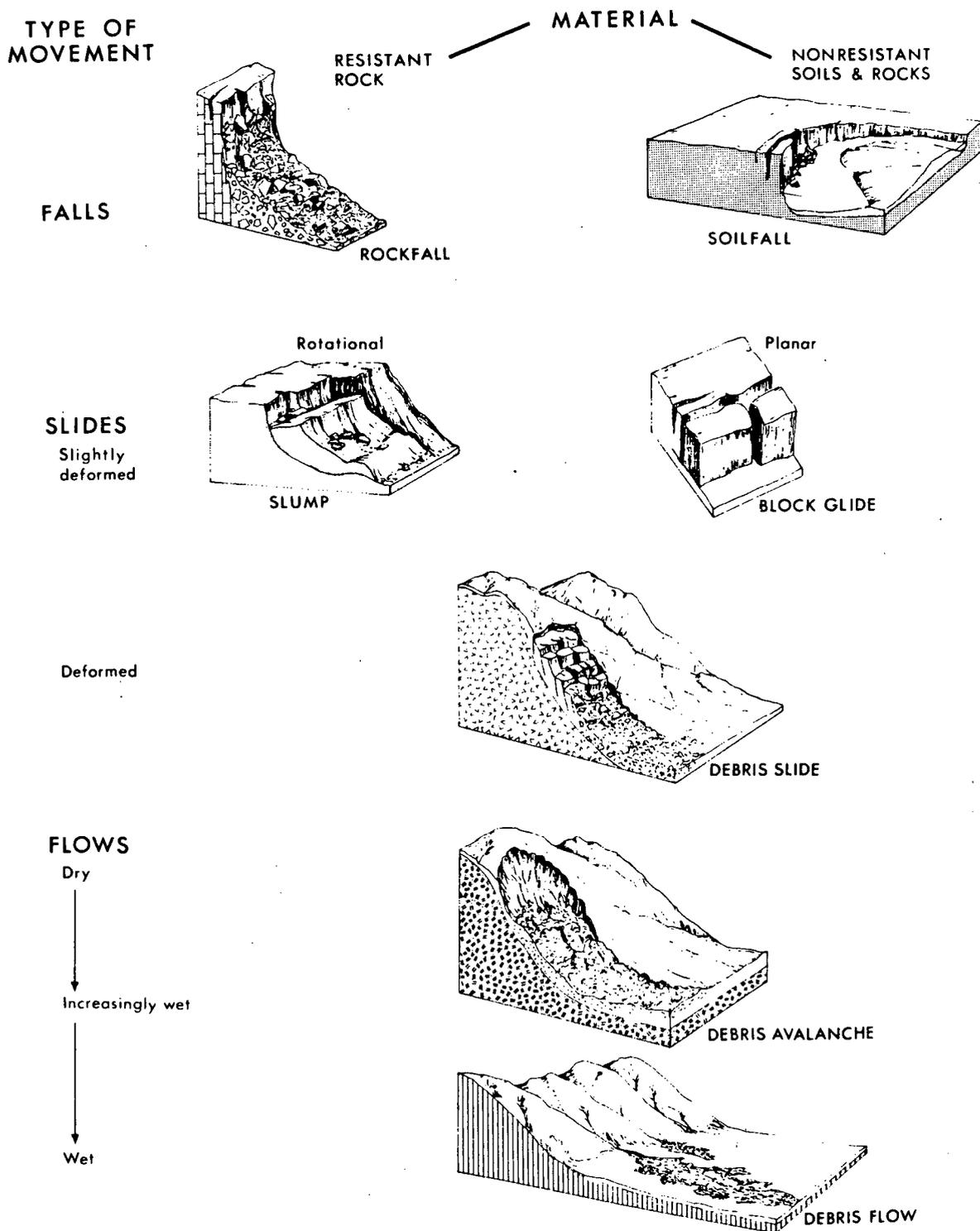
Quedas – trata-se do movimento abrupto de queda livre de material em um espaço de tempo muito rápido. Elas estão relacionadas ao desequilíbrio na encosta, provocado pela ação do gelo, águas do rio ou pela ação das ondas.

Escorregamentos - apresentam, de acordo com a forma de ruptura, dois tipos de movimentos: 1 - rotacional -, em geral mais profundo e com forma curva, que abrange diferentes formações superficiais da encosta. Suas causas mais freqüentes estão relacionadas às oscilações do nível freático; 2 - translacional -, este apresenta uma superfície de ruptura, em geral mais rasa e plana, estando relacionado às diferenças marcantes tanto na natureza como na organização dos materiais superficiais que constituem a encosta. Esses movimentos podem estar associados a fatores naturais como a erosão basal provocada pelo rio ou a fatores artificiais como cortes de estradas. Em muitos casos esses movimentos podem ser controlados por planos de cisalhamento e pela variação da resistência dos materiais.

Fluxos - nesse tipo de movimento de massa o material movimentado comporta-se como um fluido viscoso. Tal fato decorre de que, nesse tipo de movimento de massa, o material encontra-se saturado, tendo em seus poros grandes quantidades de água. Podem se apresentar como fluxos de detritos (*debris flows*), fluxos de terra (*earth flows*) e fluxos de lama (*mudflows*).

Os diferentes tipos de movimentos de massa são ilustrados na Figura 07 a seguir.

FIGURA 07 - Tipos de Movimentos de Massa



Fonte: SELBY, 1990

As diferenciações dos movimentos de massa refletem as condições locais, onde podem variar, tanto na natureza como na distribuição do material, a quantidade e distribuição das precipitações e na geometria e declividade da encosta (THOMAS, 1994).

Essa diferenciação pode estar relacionada ao conteúdo de água presente nos materiais superficiais, pois esta tem a capacidade não só de erodir superficialmente estes materiais, mas, ao infiltrar-se no solo, podem modificar suas características físicas (COELHO NETTO, 1995 ; GUERRA, 1995).

Isso ocorre pelo fato de que a consistência de um solo pode apresentar diferentes estados físicos dependendo da umidade que ele apresenta. Desta forma, alguns solos com um determinado conteúdo de umidade se comportarão como plásticos e outros como líquidos ou em estado semi-sólido.

Essas modificações também estão relacionadas ao tipo de minerais presentes no solo. Assim, solos com minerais de argila, como a caulinita, não se expandirão tanto, pois não são capazes de absorver muito conteúdo de água. Por outro lado, solos onde minerais de argila do tipo montmorilonita se apresentam, são, devido à sua característica de elevada expansão e contração, capazes de adsorver moléculas d'água entre os cristais. O aumento da capacidade desses solos em adsorver água influenciará significativamente na resistência do solo, pois a força de cisalhamento é largamente controlada pelo conteúdo de água presente no material (SELBY, 1990).

Assim, solos com argilas montmorilonita estarão sujeitos a extremos comportamentos plásticos e líquidos. Eles se contraem sob condições de secagem e se expandem em condições de umedecimento, promovendo o aparecimento e o fechamento de fendas.

Sob condições de elevado conteúdo de água, solos que apresentam essas características fluirão como um material viscoso.

Em terrenos íngremes, o aumento no índice de plasticidade colaborará para haver um aumento no potencial de instabilidade do material que o compõem. O desencadeamento dos distintos tipos de movimentos de massa estará associado, portanto, ao conteúdo de água presente no material e com as características dos minerais de argila.

Assim, quando um solo com estas características apresentar elevado teor de umidade, se comportará como um fluido líquido. Esse, mesmo perdendo considerável quantidade de água, ainda permanecerá com seus poros saturados, demonstrando um estado viscoso onde pode se deformar sobre seu próprio peso, uma vez que nesse estado a coesão é praticamente inexistente.

O limite de liquidez (LL) de um solo corresponde à percentagem de umidade contida por ele no limite entre os estados líquido e viscoso. Sob essas condições o solo perde a sua capacidade de fluir. À medida que o solo perde sua umidade, passa a um estado plástico. Nesse estado, o solo apresenta seus poros preenchidos parcialmente por água, sendo possível a presença dos fenômenos de sucção e capilaridade e, portanto, de coesão aparente. A deformação do solo, nesse caso, só será possível mediante a aplicação de uma força, contudo a deformação será permanente mesmo após sua ação.

O limite de plasticidade (LP) corresponde à quantidade de umidade presente no solo entre o estado viscoso e o estado plástico. A perda de mais umidade por parte do solo faz com que o estado plástico desapareça e o solo, em função do aumento da sucção, se contrai desmanchando-se facilmente ao ser trabalhado; esse estado é chamado de semi-sólido. O limite entre os dois estados (plástico e semi-sólido) corresponde ao limite de contração (LC).

O limiar de resistência do solo é alcançado quando o material encontra-se praticamente saturado. Quando isso ocorre verifica-se um colapso do material, desencadeando-se um movimento de massa do tipo fluxo. Nesse tipo de movimento, o material escoia como um fluido viscoso, indicando a presença de movimentos de massa do tipo solifluxão e fluxo de lama (*mudflow*), por exemplo. Mas, quando há apenas uma queda de coesão em uma dada extensão da superfície, onde o atrito entre as partículas não é suficiente para anular a ação da força de cisalhamento, o material em um estado plástico ou semi-sólido escorrega sobre uma determinada superfície, gerando movimentos de massa do tipo escorregamentos (*slumps*) ou deslizamentos. Esses movimentos podem ser rotacionais, translacionais ou deslizamentos de terra (COLÂNGELO, 1990).

As condições de ruptura dos materiais estão, também, relacionadas a determinadas propriedades mecânicas. Essas propriedades são influenciadas pelo teor de umidade presente na massa envolvida e pela caracterização do estado de energia dessa água. Este é responsável pelo controle da magnitude e diferenciação dos fluxos de água ao longo de encostas, em superfície e em subsuperfície (FERNANDES, 1990).

A modificação de algumas propriedades do material, tais como textura, estrutura, porosidade, permeabilidade, condutividade hidráulica, teor de umidade antecedente e atividade biológica ao longo do perfil, são fatores que atuam como agentes reguladores da magnitude e direções dos fluxos de água em diferentes profundidades no interior das camadas (FERNANDES, 1990; GUERRA, 1995).

As descontinuidades apresentadas ao longo do perfil atuam enquanto camadas inibidoras dos fluxos de água, pois provocam a desaceleração na percolação vertical, formando níveis de saturação suspensos ou temporários ao longo do perfil.

A natureza das discontinuidades (textura, estrutura e componentes minerais), tanto em profundidade como lateralmente, condiciona o comportamento de variáveis como a porosidade e a permeabilidade dos materiais superficiais, também reguladores dos fluxos hídricos de subsuperfície (COLÂNGELO, 1990).

A morfologia de encostas é outro condicionante importante a ser considerado, pois pode influenciar de forma direta e indireta no desencadeamento dos movimentos de massa. De forma direta, pode ser observada através da equação de Coulomb, onde o aumento do ângulo nas encostas, e no caso específico do barranco, implica na diminuição do fator de segurança, pois aumenta a força de cisalhamento e diminui o auxílio que a força normal dá para a resistência. (GUIDICINI & NIEBLE, 1976). Indiretamente, a morfologia do terreno exerce influência na geração de zonas convergentes e divergentes dos fluxos superficiais e subsuperficiais (FERNANDES, 1990).

Atenção particular deve ser dada ao papel da cobertura vegetal na estabilidade de terrenos íngremes. Nessas áreas, onde se realiza a remoção indiscriminada da cobertura vegetal, verifica-se maior suscetibilidade à ação dos movimentos de massa. Isso porque a cobertura vegetal opera no sentido de proteger o solo, reduzindo a superfície do *runoff*, aumentando a taxa de infiltração e diminuindo a umidade do solo através da evapotranspiração. Mas, em caso de eventos pluviométricos elevados, a rápida infiltração pode induzir, através dos canais deixados pelas raízes, à saturação do solo, causando uma certa instabilidade no material (THOMAS, 1994; CUNHA, 1995).

A vegetação também desempenha um papel inibidor sobre a erosão tanto das cabeceiras como das margens do rio. Em áreas desmatadas, o material exposto é mais facilmente transportado para o interior dos canais.

Todavia, em muitos casos, a vegetação, dependendo da dimensão e ação dos movimentos de massa, adquire um papel secundário.

A erosão fluvial atuante no sopé de encostas e margens de rios ocasiona a instabilidade do material que as compõem, desencadeando distintos movimentos de massa.

A variação no nível das águas do rio (na razão de um metro por dia), especialmente depois de uma cheia, provoca o rebaixamento rápido do lençol de água, promovendo a instabilidade de encostas e margens de rio. Tal efeito torna a superfície do material potencialmente suscetível a escorregamentos ou desmoronamentos. Isso porque, estando todos os vazios do solo completamente preenchidos, o nível da superfície piezométrica não acompanha a descida rápida do nível da água do rio, deixando a superfície potencialmente propensa a movimentos de massa. Movimentos dessa natureza são muito comuns. Os sedimentos mais afetados são os intermediários entre areia e silte, ou seja, as formações siltosas (TERZAGHI, 1980).

4.1. Principais Movimentos de Massa Identificados na Cidade de Rio Branco

Considerando uma das finalidades proposta por este estudo, qual seja, a identificação e distribuição dos principais tipos de movimentos de massa presentes na área de estudo, tornou-se necessária a elaboração de critérios que pudessem facilitar a classificação e o mapeamento das áreas afetadas por esses processos geomorfológicos.

A caracterização dos distintos tipos de movimentos de massa predominantes na área de estudo basearam-se em registros recentes da ocorrência do fenômeno e em evidências de campo, através da presença de cicatrizes inscritas ao longo das margens do Rio Acre.

A delimitação inicial foi feita através de levantamento em campo, que permitiu uma representação visual das áreas afetadas.

Posteriormente, feita uma nova checagem na área, percebeu-se a presença de mais de um tipo de movimento de massa. Em função dessa nova realidade, optou-se por agrupar esses movimentos de massa, conforme as características de: velocidade do deslocamento do material, da superfície de ruptura e localização e distribuição espaço-temporal.

Com base nestes critérios, identificou-se dois grupos de movimentos de massa que foram classificados como: 1 - **movimentos de massa associados lentos**; 2 - **movimentos de massa rápidos pontuais**. Os critérios utilizados para esta classificação basearam-se naqueles já estabelecidos por SELBY (1990), quais sejam: velocidade e o mecanismo do movimento, o tipo de material, o modo de deformação, a geometria da massa movimentada e o conteúdo de água.

Os **movimentos de massa associados lentos** apresentam-se como escorregamentos do tipo rotacional (*slumps*), rastejo (*creep*) e fluxo de terra (*earth flow*). Abrangem a maior parte da área de estudo afetada e mobilizam uma grande quantidade de material anualmente em um período de tempo dilatado (meses).

Estes movimentos de massa ocorrem, preferencialmente, sobre os terraços fluviais constituídos por sedimentos Terciários da Formação Solimões, no trecho mais sinuoso do canal (porção côncava do meandro), onde o rio elabora escarpas íngremes e quase verticais - os barrancos.

Os **movimentos de massa rápidos pontuais** possuem um caráter episódico e manifestam-se sobre os sedimentos aluviais pouco consolidados da planície fluvial localizados na área do colo do meandro, nas baixas barrancas¹¹. Esses movimentos de massa também mobilizam uma grande quantidade de material, porém, em uma escala de tempo diminuta (dias/horas), apresentando-se na área como um típico desmoronamento.

As áreas afetadas por estes fenômenos encontram-se sobre os terraços e planície do Rio Acre, distribuídas entre os bairros: 06 de Agosto, Quinze, Base, Papôco (D. Giocondo), Preventório, Cadeia Velha e parte da área Central da cidade, onde encontra-se o Mercado Municipal. Outra área também afetada pelos fenômenos acima descritos corresponde às vertentes próximas ao igarapé São Francisco, no bairro das Placas. Esta área, no entanto, não será descrita no trabalho por estar fora da área de influência direta do Rio Acre.

Constituem áreas específicas desse estudo aquelas situadas sob:

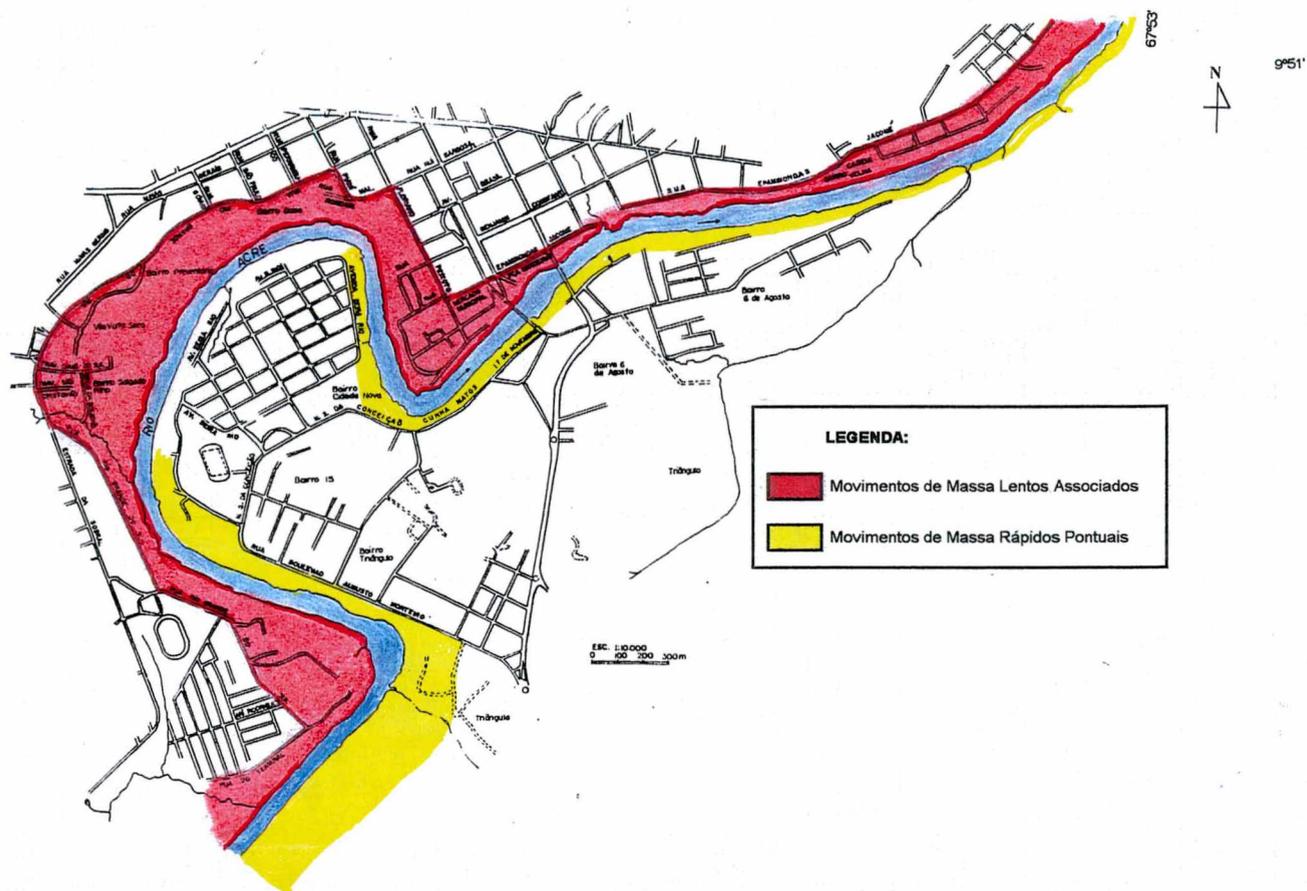
¹¹ Barranca - denominação regional, aqui utilizada para designar margens de rios com baixa declividade.

Margem Esquerda - incluem-se nessa área as ruas Gabino Besouro, Marechal Rondon, Travessa São Cristovão, Rio Grande do Sul, Pernambuco, Goiás, São Paulo e Floriano Peixoto, os bairros da Base, Papôco, Preventório, Cadeia Velha e no Centro - área do Mercado Municipal. Atuam sob esta área de forma mais direta movimentos de massa lentos associados.

Margem Direita - nessa área encontram-se as ruas Eduardo Assmar, Oscar Passos, 17 de Novembro e 1º de Maio, Boulevard Augusto Monteiro, os bairros 06 de Agosto e Quinze. Esta área está sujeita à ação de movimentos de massa rápidos pontuais.

As áreas afetadas por estes fenômenos encontram-se representadas no Mapa 18.

MAPA 18 - Mapa das Áreas Afetadas pelo Movimento de Massa na Cidade de Rio Branco



9°52'

Fonte: Prefeitura Municipal de Rio Branco, 1995. (Modificado)

4.1.1. Movimentos de Massa Associados Lentos

Estes movimentos de massa, geralmente, apresentam formas complexas, estando associados a mais de um tipo de movimento. Os principais tipos de movimentos de massa dessa natureza, como já mencionado anteriormente, são: escorregamentos rotacionais (*slumps*), rastejo (*creep*) e fluxo de terra (*earth flow*).

O material mobilizado todos os anos flui, depositando-se no interior do canal do Rio Acre, de onde é removido e transportado pelo fluxo de suas águas continuamente.

Foram identificadas 15 cicatrizes com estas características à margem esquerda do Rio Acre, sendo 06 antigas, 04 reativadas e 05 novas. Destas apenas uma foi monitorada neste estudo e foi denominada de cicatriz MB1.

Estes movimentos de massa ocorrem de forma descontínua. São de importantes dimensões espaciais, movimentos de deflagração antigos e atuais circunscritos na paisagem local de médias e grandes extensões se considerarmos a área afetada.

Os escorregamentos rotacionais têm sua maior expressão nos bairros da Base, Papôco e Preventório, onde as cicatrizes possuem uma extensão de mais de 100 metros de comprimento (a partir da superfície de arranque até o rio) e uma largura que pode ultrapassar os 60 metros em seu eixo central, com alturas em relação ao primeiro plano de deslocamento que variam entre 2,5 a 4,0 metros (ocasião da coleta, novembro/95 e julho/96 e maio/97).

São perceptíveis ao longo do barranco antigas cicatrizes, embora bastante mascaradas pelo adensamento populacional presente sobre elas, o que demonstra que esses movimentos são recorrentes.

Nelas é possível reconhecer terracetes que a margeiam e terracetes presentes em seu interior, cujos desníveis podem variar entre 0,20 a 2,0 metros.

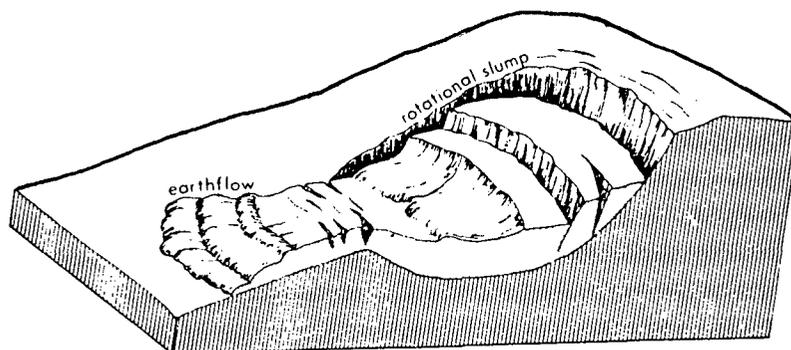
Os sedimentos presentes nessa área apresentam pouca variabilidade de características de cor e textura. Geralmente, predominam sedimentos finos de textura silto-argilosa entre uma profundidade de 0,20 e 2,5 metros ao longo do perfil, tornando-se mais argilosos a partir dessa profundidade. Os sedimentos apresentam coloração variegada em tons vermelhos, amarelos e acinzentado, com estrutura massiva quando úmidos e subangular quando secos. Estas características texturais serão apresentadas de forma mais detalhada no capítulo V deste trabalho.

4.1.1.1. Principais Tipos de Movimentos de Massa Associados Lentos

1. Escorregamentos (*Slumps*)

Os escorregamentos são processos marcantes na evolução do relevo local, especialmente, ao longo das margens do Rio Acre.

Estes movimentos de massa atingem a maior parte da área de estudo e se apresentam em forma de movimentos de massa do tipo rotacional (escorregamentos), associados a fluxos de terra que deslocam uma camada espessa de material que escorrega sobre um plano de ruptura definido, mais ou menos curvo e côncavo para cima, formando extensas e largas cicatrizes sob a forma de anfiteatros (Fig. 08).

FIGURA 08 - Feições de um Escorregamento

Fonte: SELBY, 1990.

São movimentos de massa caracterizados por uma geometria semicircular e bem definida, tanto em seus limites laterais como em profundidade.

Foram identificadas 15 cicatrizes típicas desse tipo de movimento, mas apenas uma foi monitorada, a cicatriz MB1, como já foi descrito anteriormente.

Neste tipo de movimento de massa, pode-se observar uma nítida distinção entre o material deslizado e aquele não movimentado configurando-se sob extensas e largas cicatrizes, em profundidades que variam entre 2,5 e 4,0 m de altura.

A movimentação do material durante o escorregamento apresenta-se num primeiro momento bastante acelerado, mas à medida que o escorregamento se desencadeia tende a tornar-se mais estável e adquire um caráter retardado, assumindo em alguns casos uma característica de rastejo.

Estes se apresentam como movimentos de massa secundários, pois antecedem ou seguem-se aos escorregamentos presentes na área de estudo.

Ao longo das cicatrizes observam-se fendas medindo entre 0,10 e 1,0 m de largura e 0,20 e 0,80 cm de altura, e pequenos terracetes que variam entre 0,05 e 0,20 cm de altura. A maior parte desses terracetes encontra-se no interior das cicatrizes e são inerentes à própria forma de deformação do material. Mas, em uma das cicatrizes, localizada no bairro do Preventório, são encontrados terracetes resultantes do pisoteio do gado, que não ultrapassam 0,20 cm de altura. Os terracetes que margeiam as cicatrizes dos deslocamentos situam-se entre 0,50 e 2,0 m de altura.

Pode-se observar ao longo do plano de ruptura dos anfiteatros as seguintes zonas:

a) **zona proximal** - esta corresponde à parede do desprendimento e apresenta-se curva e côncava para cima, chegando a medir em seu estágio mais maduro até 4 metros de altura;

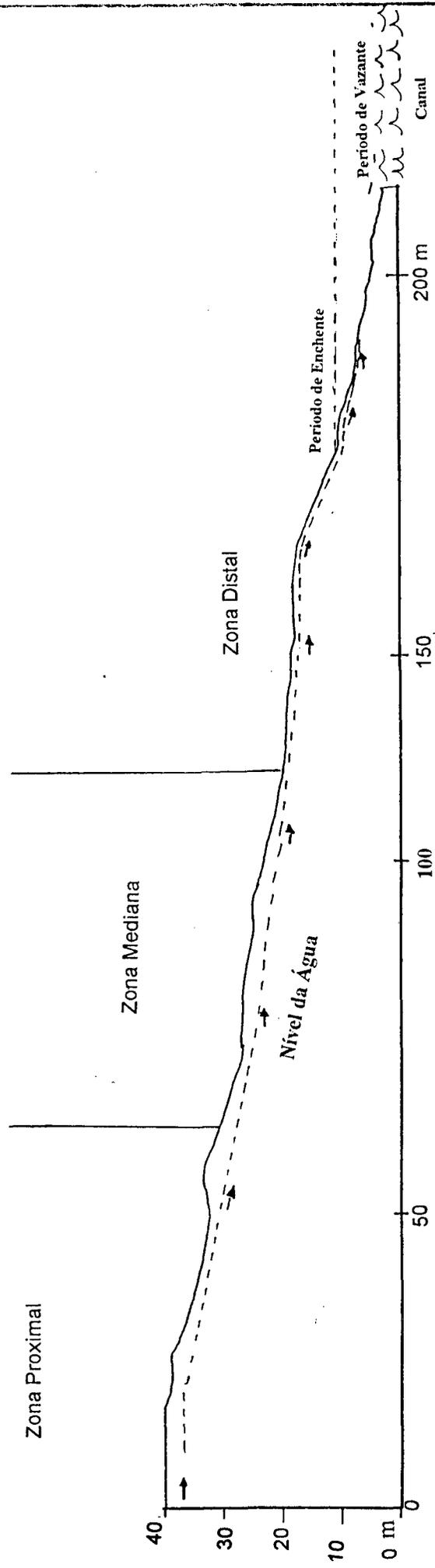
b) **zona mediana** - apresenta diversas fendas paralelas ao Rio Acre que medem entre 10 cm e 1 metro de largura; vários lobados com altura situada entre 20 cm e 1 metro de altura, os quais decrescem em direção ao rio;

c) **zona distal** - nesta zona os lobados, geralmente úmidos, tendem a tornar-se menores (20 e 80 cm de altura), persistem fendas entre 10 cm e 1 m de largura, afloram fluxos de terra na base do deslocamento na proximidade do canal.

Nas sondagens realizadas com trado manual até 5 metros de profundidade foram encontrados níveis de água nas proximidades dos horizontes superficiais, sendo que na primeira zona este nível apresentou-se entre 2,70 e 3,40 metros; na zona mediana, entre 1,80 e 2,70 metros; e, na última zona, entre 40 e 80 cm. A Figura 09 a seguir ilustra as zonas diferenciadas ao longo da cicatriz MB1, bem como o nível do lençol de água que, como pode ser observado, acompanha o relevo geral da área.

FIGURA 09 - Perfil Topográfico Realizado na Cicatriz MB1 - Movimento de Massa Lento - Destacando as Diferentes Zonas e o Nível d'água

Perfil 01

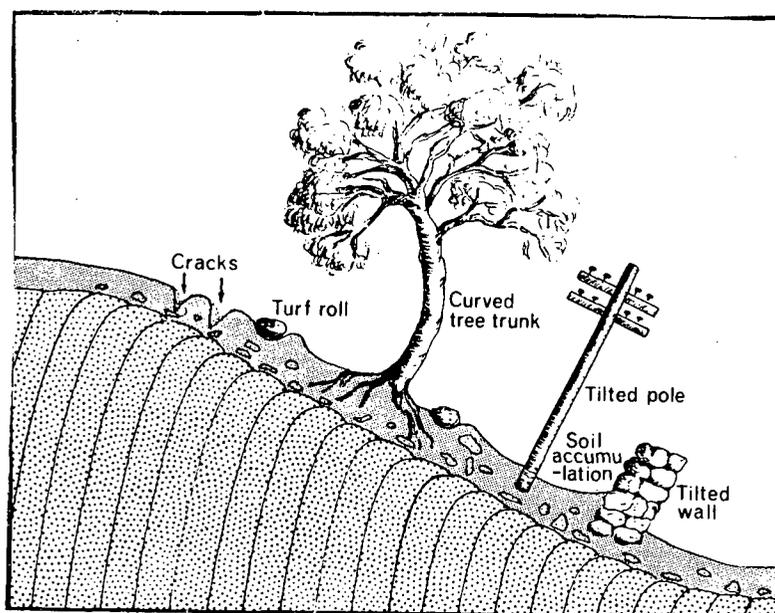


2.Rastejo

São movimentos lentos e contínuos do material em um estado semi-sólido barranco abaixo, de forma quase imperceptível, sem limites definidos, não existindo diferenciação entre o material movimentado e o material estacionário.

Como visto anteriormente, estes se apresentam como movimentos secundários, formam embarrigamento do material mobilizado, fendilham-se, dobram-se ou rompem-se ao depararem-se com algum obstáculo (troncos de árvores, cercas etc.) (Fig. 10).

FIGURA 10 - Movimento de Massa do Tipo Rastejo

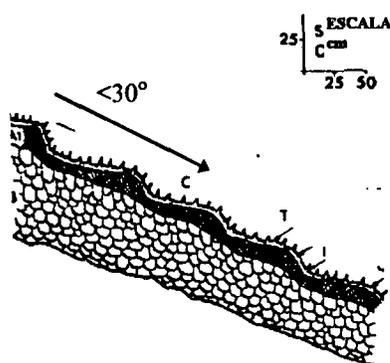


Fonte: SELBY, 1990.

Os movimentos de rastejo podem ser evidenciados através da observação, muitas vezes, das mudanças de verticalidade de árvores, cercas, postes e estacas presentes no terreno, e pelo aparecimentos de fissuras que antecedem os escorregamentos rotacionais.

A presença de terracetes constitui outra característica típica de movimento de rastejo. Estes terracetes não ultrapassam 0,20 cm de altura no terreno e encontram-se ao longo dos anfiteatros. Essa presença de terracetes no terreno demonstra uma feição proeminente atribuída aos rastejos de solo (Fig. 11).

FIGURA 11 - Formação de Terracetes



Fonte: SELBY, 1990.

Contudo, em alguns casos, a presença de terracetes na área de estudo resulta também do pisoteio do gado, conforme pôde ser observado em um dos anfiteatros localizados no bairro do Preventório, onde há uma pequena área de pastagem.

Segundo COLÂNGELO (1990), o pisoteio do gado pode ser um fator a ser considerado na desestabilização de terrenos íngremes, pois através da degradação, desestruturação e compactação dos agregados superficiais promovem a formação de terracetes.

3. Fluxos de Terra

Neste tipo de movimento de massa o material movimentado do barranco do rio comporta-se como um fluido viscoso.

Apresentam-se, na área de estudo, associados aos escorregamentos (*slumps*), aflorando em sua base para então depositar-se em forma de leque no interior do canal. Contudo, esse tipo de movimento pode ocorrer individualmente se favorecido por episódios pluviométricos intensos, sendo mais raro que os demais movimentos de massa identificados.

Os fluxos de terra no último caso são feições do movimento de massa um pouco mais rápido que um típico escorregamento, uma vez que estes possuem água suficiente para se moverem e fluírem para o interior do canal.

Neste caso, estes movimentos de massa apresentam um plano de ruptura definido com a presença de terracetes entre 0,20 e 0,40 cm de altura no interior da cicatriz. Apenas um movimento de massa dessa natureza foi identificado na área de estudo, e encontra-se localizado no bairro do Preventório, margem esquerda do Rio Acre, em uma área de pastagem situada entre o Rio Acre e a Travessa São Cristovão.

Este movimento de massa ocorreu durante a última cheia do Rio Acre, entre os meses de março e abril de 1997. Esta teve um caráter de certa forma excepcional, e foi acompanhada por importantes índices pluviométricos, como será visto posteriormente.

As observações realizadas durante este estudo permitem inferir que existe uma certa relação entre a dinâmica fluvial, os fatores pluviométricos e o desencadeamento de todos os movimentos de massa ocorridos na área, especialmente durante os meses mais úmidos - novembro/março. A precipitação, nesse caso, desempenha um papel coadjuvante na deflagração desses fenômenos, provocando a queda da coesão aparente e do ângulo de atrito interno dos materiais, conseqüentemente promovendo a sua instabilidade. Estas

discussões serão detalhadas posteriormente.

4.1.2. Movimentos de Massa Rápidos Pontuais

Os movimentos de massa rápidos pontuais apresentam-se de forma geral como um movimento abrupto de queda livre de material, extremamente rápidos, que ocorrem a partir do rompimento brusco do topo do barranco. Este movimento pode ser definido como um típico desmoronamento (BLOOM, 1978).

Estes movimentos de massa localizam-se à margem direita do Rio Acre, sobre as baixas barrancas a montante da ponte metálica Juscelino Kubitschek, correspondendo à faixa de depósitos atuais.

Nesta área, observa-se três deslocamentos consecutivos, atuais, sobre um plano de ruptura próximo ao vertical de dimensões consideráveis. Do topo para a base, entre 2 e 3 metros de altura, encontram-se sedimentos silto-argilosos de coloração variegada em tons de bruno-avermelhado, bruno-amarelado e cinza, que repousam sobre sedimentos silto-arenosos e arenosos-siltosos, enquanto os sedimentos argilosos encontram-se abaixo dessa profundidade, e apresentam a coloração variegada em tons mosqueados de bruno, amarelo e cinza, com a presença de hidromorfia. Essa seqüência sedimentar repousa sobre as rochas silto-argilosos e argilosos da Formação Solimões.

Encontram-se no topo da parede das cicatrizes desses deslocamentos (ocasião da coleta maio/97) várias fissuras paralelas ao fluxo do rio, que chegam a atingir 150 metros de extensão, com pouco mais de 0,5 cm de largura. Nos depósitos localizados no interior das cicatrizes aparecem terracetes laterais que variam entre 0,20 e 4,0 metros de altura e terracetes ao longo da cicatriz que não ultrapassam 0,20 cm de altura.

Da borda da cicatriz até o leito do canal, estes movimentos de massa

possuem uma extensão que varia entre 10 e 20 metros e uma largura que pode atingir até 48 metros.

Distintamente dos movimentos de massa lentos, descritos anteriormente, nos movimentos de massa rápidos, praticamente todo o material movimentado fragmenta-se por completo, fluindo diretamente para o canal do Rio Acre, onde é rapidamente transportado pelo fluxo da lâmina d'água.

4.1.2.1. Principal Tipo de Movimento de Massa Rápido Pontual

1. Desmoronamento

Caracteriza-se pelo desprendimento do material das baixas barrancas do Rio Acre, constituídas por depósitos sedimentares atuais (Quaternários), de forma abrupta e rápida, de modo que seu topo desce e sua base projeta-se para fora da barranca.

Esses movimentos possuem caráter episódico e atingem áreas específicas da margem direita do Rio Acre, como já foi visto antes, e ocorrem ao longo do colo do meandro.

Foram identificadas três cicatrizes com estas características á margem direita do Rio Acre, as quais foram denominadas MG1, MG2 e MG3 (de acordo com a ordem de ocorrência do fenômeno). Nesse tipo de movimento de massa, observou-se o deslocamento do material de forma muito rápida se comparado aos movimentos de massa do grupo anterior, os quais levaram em média, do aparecimento das fissuras até o colapso generalizado do material, entre 2 e 3 meses.

Contrariamente, estes movimentos de massa caracterizaram-se por

apresentar o aparecimento rápido de fissuras por ocasião do transbordamento do canal e seu colapso imediato. Nesse caso, uma semana após o rebaixamento do nível das águas, não ultrapassando, entre os três movimentos registrados na área, 72 horas, sendo que no último deslocamento (MG3) o colapso não ultrapassou três (03) minutos.

Estes desmoronamentos destruíram quase que completamente oito (08) metros do Calçadão da Gameleira, situado na rua Eduardo Assmar, no dia 08 de abril de 1997. Parte dessa rua também foi afetada.

Esta última cicatriz possui uma largura de 48 metros e uma extensão que varia entre 11,20 e 20 metros da superfície de arranque da cicatriz até a borda do canal. Em seu interior apresentam-se pequenos terracetes que não ultrapassam 0,20 cm de altura, enquanto os terracetes laterais variavam entre 0,50 e 2,5 de altura (ocasião da coleta - maio/97).

As características desses movimentos podem ser divididas em três momentos distintos:

- 1) Movimento rápido provocado pelo desprendimento (arraste do material);
- 2) Queda livre do material;
- 3) Transporte do material pelo fluxo da lâmina d'água do Rio Acre.

Distintamente dos movimentos de massa tipicamente lentos, os movimentos de massa rápidos apresentam um plano de ruptura mais próximo ao vertical. Nesse tipo de movimento, o material perde sua coesão, sofrendo uma deformação de sua estrutura.

As formas identificadas no interior das cicatrizes resultantes da ação desse tipo de movimento de massa são terracetes laterais que variam entre 0,20 e 4 m de altura. Da zona proximal (superfície de arranque) à borda do canal (ocasião da medição - maio/97)

a extensão atinge 20 metros de comprimento e o eixo central da depressão chega a alcançar até 48 metros de largura. Formam-se na zona central da depressão pequenos terracetes que não ultrapassam 0,20 cm de altura.

As observações de campo, o monitoramento pluviométrico e hidrológico indicam que este tipo de movimento de massa está diretamente relacionado à saturação do material pela infiltração da água, tanto por via pluvial como fluvial, com o transbordamento do canal do Rio Acre e as variações bruscas no nível de suas águas, conforme será discutido posteriormente no capítulo VI deste trabalho.

4.2. Evolução dos Movimentos de Massa nas Barrancas do Rio Acre

a) Movimentos de Massa Lentos Associados

Estes movimentos de massa possuem uma periodicidade anual, estando as ocorrências desses movimentos de massa relacionadas à dinâmica meandrante do Rio Acre e à estação mais chuvosa da região, entre os meses de novembro e março.

As observações realizadas no período de novembro/95 a julho/97 nos permitem identificar as seguintes etapas de evolução ocorridas durante o processo de movimentação na área de estudo:

1. Aparecimento de pequenas fissuras típicas de movimentos de rastejo, as quais chegam a medir de 0,05 a 1 m de largura e aproximadamente 100 m de extensão;
2. Surgimento de pequenos degraus de abatimento que progridem com o processo de movimentação. Estes apresentam variação gradativa (0,20 cm, 0,40 cm, 0,80 cm, 2,5 m de altura) à medida que se desencadeiam a movimentação das camadas.

3. Aparentemente, ao atingir 4 metros de altura, a superfície de ruptura adquire uma feição mais ou menos curva e côncava para cima, típica de escorregamentos rotacionais (*slumps*). À medida que estas áreas atingem este estágio, parece haver uma certa estabilização do processo, permanecendo nesse estágio até que uma nova fase se estabeleça remobilizando todo material.

4. O material movimentado escoia como um fluido viscoso (fluxo de terra) na base do escorregamento em forma de um leque para o interior do canal.

Como resultado desse processo nas áreas afetadas pela movimentação, são observáveis cicatrizes, as quais testemunham o processo supramencionado.

Vale ressaltar que, mesmo durante o período considerado de certa estabilidade, movimentos secundários muito lentos quase imperceptíveis continuam a atuar.

b) Movimentos de Massa Rápidos Pontuais

Estes movimentos possuem um caráter episódico com recorrência muito dilatado (pelo menos 20 anos). Observou-se que estes movimentos estão relacionados, especialmente, ao período de inundações e à variação do nível das águas do rio.

Estes movimentos apresentam dois estágios evolutivos bem definidos:

1) Aparecimento de fendas com largura de 2 a 5 cm e uma extensão que varia entre 50 e 150 metros. Estas fendas e rachaduras surgem antes do transbordamento do canal e à medida que o Rio começa a vazar, tendem a ampliar-se;

2) Colapso coletivo rápido do material, que facilmente é carregado pelas águas do rio.

O esboço esquemático (Fig.12) a seguir sintetiza os principais movimentos de massa presentes na área de estudo, enquanto a Figura 14 apresenta as principais características da evolução desses processos.

FIGURA 12 - Esboço Esquemático indicando os Principais Movimentos de Massa Encontrados na Área de Estudo

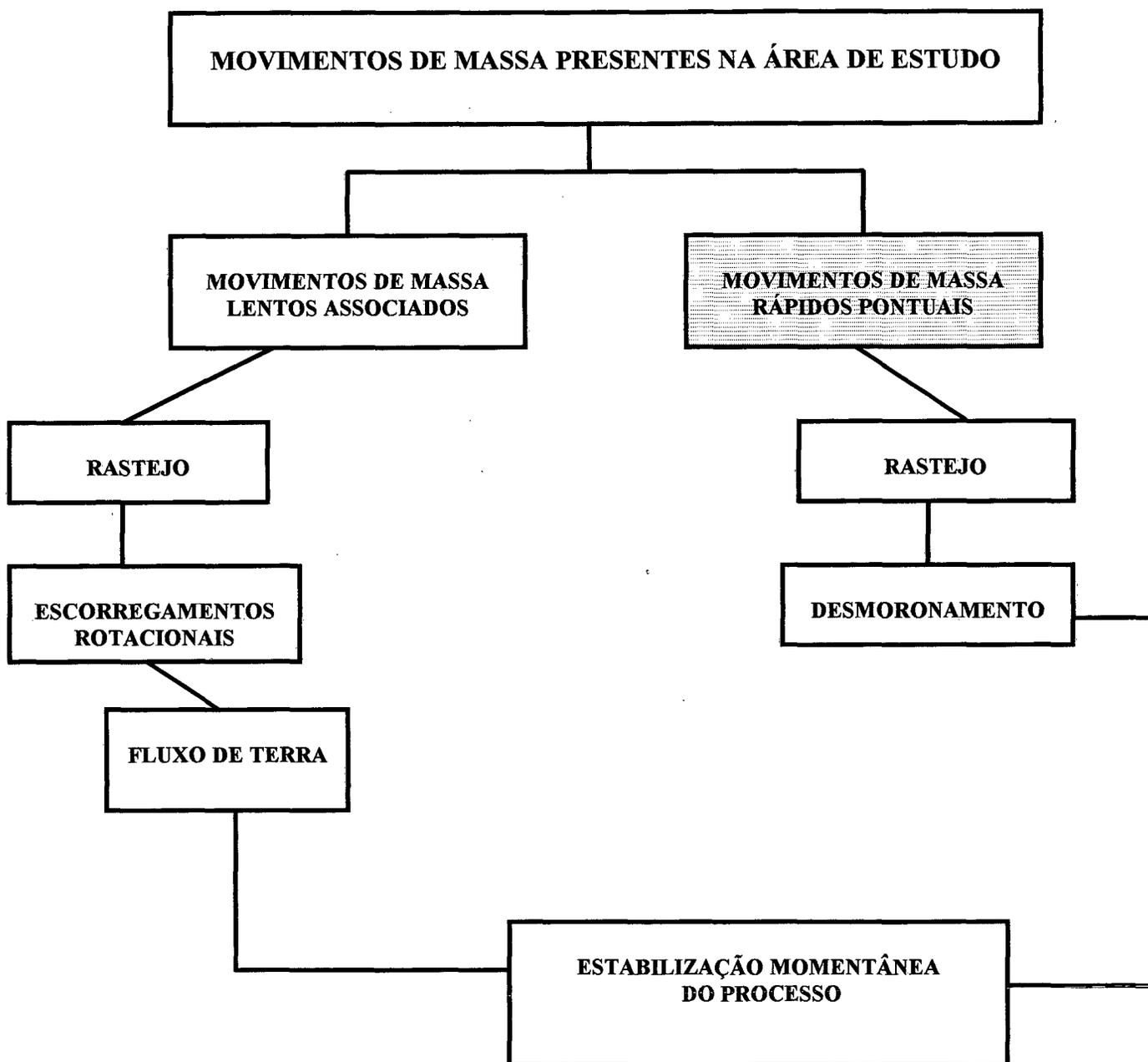


Figura 13 - Características da Evolução dos Movimentos de Massa na Cidade de Rio Branco



Capítulo V

5. CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA SUPERFICIAL DOS MATERIAIS NA ÁREA DE ESTUDO

A fim de conhecer melhor a distribuição dos materiais presentes na área de estudo foram efetuadas sondagens e coletas de materiais nas cicatrizes MB1, MG2 e MG3 (Fig.14).

Os materiais presentes na área foram descritos em três segmentos ao longo do plano de ruptura das cicatrizes e foram denominados de: a) material presente na superfície de arranque; b) material presente no interior da cicatriz; c) material encontrado no afloramento ao longo da parede do barranco. Estes segmentos receberam a nomenclatura de: a) zona proximal, que corresponde à superfície de arranque do deslocamento, constituída por material não mobilizado; b) zona mediana e, c) zona distal, ambas constituídas por materiais mobilizados e correspondentes aos materiais encontrados no interior da cicatriz e no afloramento na parede do barranco.

Na Figura 08, já mencionada, e na 09, pode-se visualizar a localização dos perfis descritos e representação dos materiais neles encontrados.

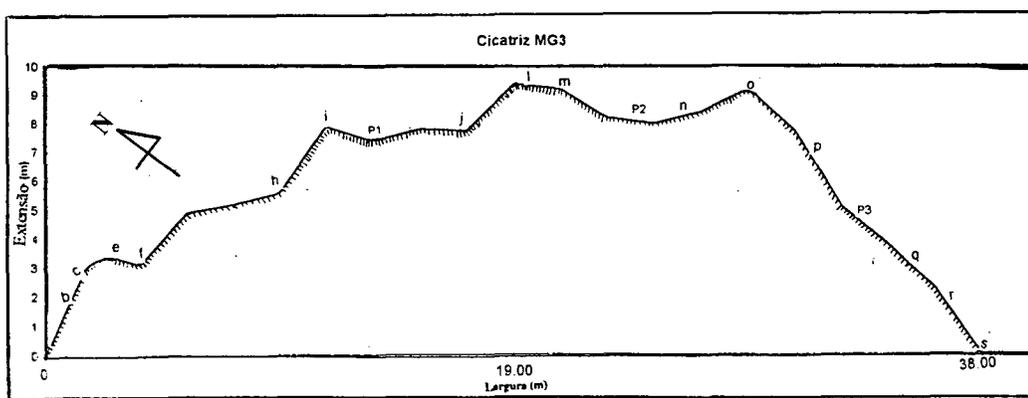
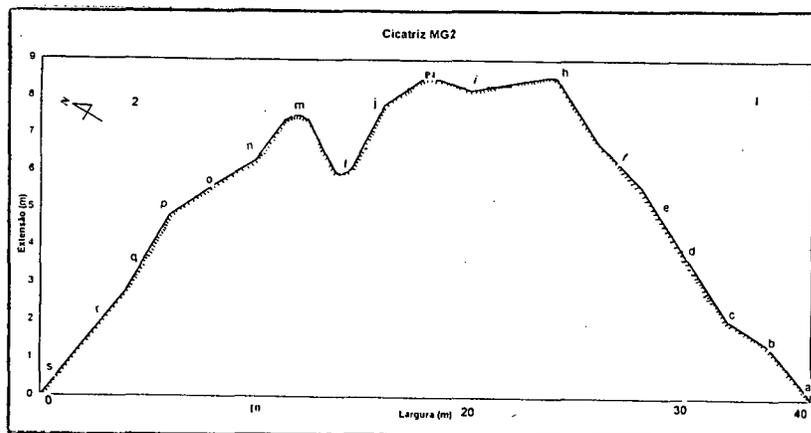
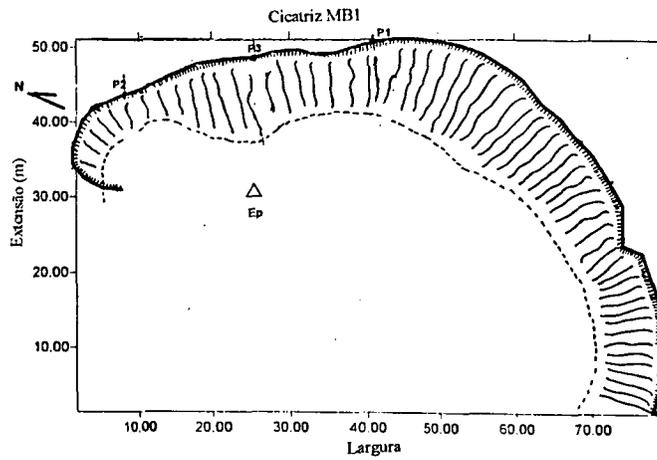
As descrições dos materiais encontrados na cicatriz MB1, localizada na área afetada pelos movimentos de massa lentos associados, foram nomeadas como ACFP, P1 e ACBB, enquanto os materiais descritos nas cicatrizes MG2 e MG3, onde ocorrem os movimentos de massa rápidos pontuais, foram denominados ACG.

Os levantamentos realizados em campos, através das sondagens, foram organizados em topossequências numeradas, conforme a ordem de realização, de 1 a 6.

Descrições detalhadas das sondagens realizadas nessas cicatrizes encontram-se no anexo 1.

Foram realizadas também, a partir das amostras mais representativas coletadas em campo, análises laboratoriais de textura que serão apresentadas no item 5.4. deste mesmo capítulo.

FIGURA 14 - Cicatrizes MB1, MG2 e MG3 resultantes dos Movimentos de Massa Monitoradas Durante a Execução da Pesquisa.



Fonte: Trabalho de Campo realizado entre dezembro/95 e maio/97.

5.1. Apresentação dos Perfis

5.1.1 - Perfil ACFP

1. Localização: Bairro da Base - cidade de Rio Branco - AC
2. Classificação: Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico
3. Situação: Encontra-se na área de estudo, junto à rua Floriano Peixoto. Apresenta 5 m de altura e representa o principal testemunho da superfície de ruptura em profundidade de 2,5 metros.
4. Material Originário: depósitos Terciários da Formação Solimões.
5. Relevo Local: colinoso.
6. Drenagem: bem a moderadamente drenado.
7. Cobertura Vegetal: especificamente neste setor a área se apresenta totalmente desmatada.

5.1.2 - Perfil P1

1. Localização: Bairro da Base - cidade de Rio Branco - AC
2. Classificação: Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico
3. Situação: Encontra-se na área de estudo, distante aproximadamente 20 metros da rua Floriano Peixoto. Apresenta 2,80 metros de profundidade com materiais bastante misturados, oriundos do deslocamento.
4. Material Originário: depósitos Terciários da Formação Solimões.
5. Relevo Local: colinoso.
6. Drenagem: bem a moderadamente drenado.
7. Cobertura Vegetal: vegetação secundária constituída por gramíneas, arbustos e árvores frutíferas esparsas.

5.1.3 - Perfil ACBB

1. Localização: Bairro da Base - cidade de Rio Branco - AC
2. Classificação: Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico
3. Situação: Encontra-se no barranco à margem esquerda do Rio Acre, distante aproximadamente 100 metros da rua Floriano Peixoto.
4. Material Originário: depósitos Terciários da Formação Solimões.
5. Relevo Local: colinoso.
6. Drenagem: bem a moderadamente drenado.
7. Cobertura Vegetal: vegetação secundária constituída por árvores frutíferas esparsas e vegetação tipicamente ribeirinha, apresentando diferentes estágios de sucessão ecológica.

5.1.4 - Perfil ACG

1. Localização: Centro - 2^o Distrito - cidade de Rio Branco - AC
2. Classificação: Solo Aluvial Eutrófico
3. Situação: Encontra-se à margem direita, nas baixas barrancas do Rio Acre.
4. Material Originário: Sedimentos Quaternários.
5. Relevo Local: plano.
6. Drenagem: moderadamente drenado.
7. Cobertura Vegetal: parcialmente desmatada com vegetação tipicamente ribeirinha, apresentando diferentes estágios de sucessão ecológica.

Obs. Todos os perfis foram realizados na área urbana.

5.2. Apresentação das Topossequências

5.2.1. Topossequência 1 - foi realizada no sentido transversal da superfície de arranque da cicatriz MB1, entre os pontos A - B (E - N) ao longo da zona proximal. Essa topossequência se apresenta como a mais representativa, pois demonstra a organização e distribuição dos materiais em uma seqüência vertical do topo à base do plano de ruptura do deslocamento, permitindo uma reconstituição das camadas antes da ocorrência da movimentação.

5.2.2. Topossequência 2 - realizada no sentido longitudinal à superfície de arranque da cicatriz MB1, entre os pontos C - D (E - SO).

5.2.3. Topossequência 3 - também traçada no sentido longitudinal à superfície de arranque da cicatriz MB1, entre os pontos E - F (NO - W).

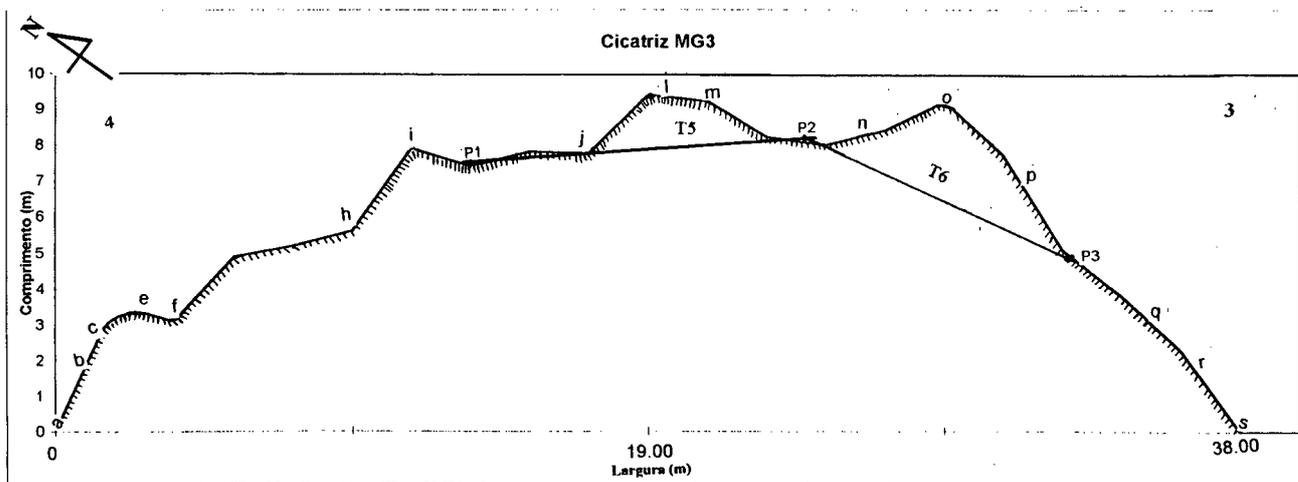
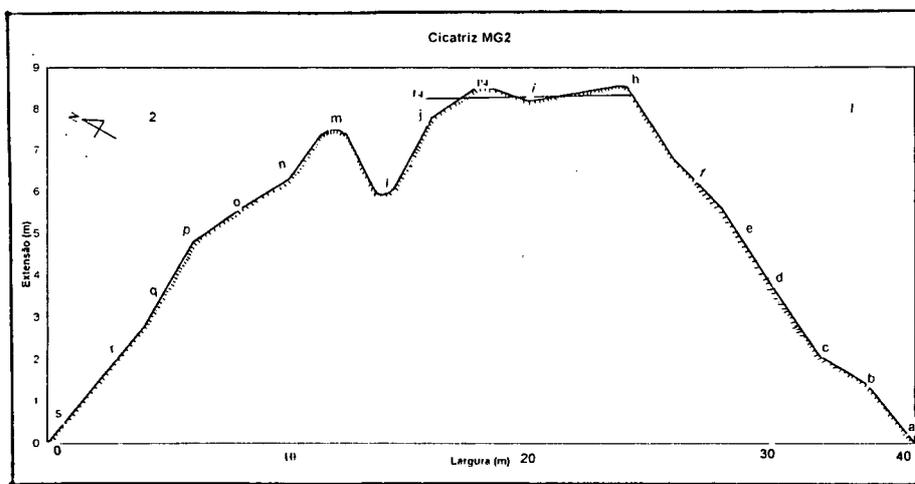
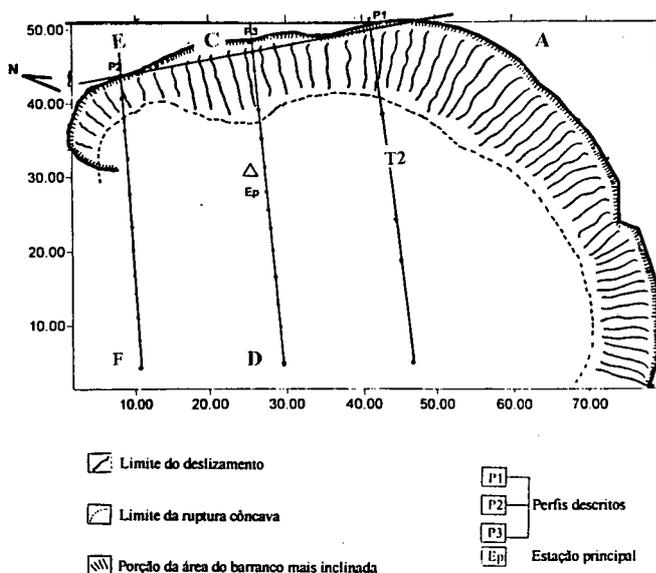
Estas topossequências (02 e 03) apresentam-se ao longo da zona mediana e distal e permitem a observação da organização e distribuição dos volumes em uma sucessão vertical dos materiais, acompanhando as variações topográficas do terreno e as espessuras desses materiais ao longo do perfil.

5.2.4. Topossequência 4 - foi realizada no sentido transversal da superfície de arranque da cicatriz MG2, entre os pontos 1 e 2 (W- E) ao longo da zona proximal.

5.2.5. Topossequência 5/6 - também realizada no sentido transversal da superfície de arranque da cicatriz MG3, entre os pontos 3 e 4 (W - E) ao longo da zona proximal.

Estas toposseqüências, assim como a toposseqüência 1, apresentam-se bastante significativas, pois demonstram também a organização e distribuição dos materiais em uma seqüência vertical do topo à base do plano de ruptura do deslocamento, permitindo a verificação em campo da disposição dos materiais ao longo do perfil antes da movimentação. A Figura 15 a seguir ilustra a localização dos perfis e das toposseqüências.

FIGURA 15 - Localização dos Perfis e das Topossequências



5.3. Descrição da Natureza e Organização dos Materiais presentes na Área de Estudo

1. Descrição da organização e distribuição dos volumes dos materiais encontrados na cicatriz MB1 - Movimentos de Massa Lentos Associados.

Foram descritos os perfis (01 e 02) na cicatriz MB1. Nela os materiais apresentam três tipos de organização: 1 - material bastante compacto relacionado à pavimentação asfáltica, portanto alóctone ao ambiente; 2 - um material que parece representar o material *in situ*, originários dos depósitos Terciários da Formação Solimões; e, 3 - materiais misturados encontrados no interior e na parede do barranco. Os materiais foram descritos em três segmentos ao longo da cicatriz, conforme foi exposto no item 6 deste capítulo.

Descrevem-se os aspectos relacionados à cor, textura, estrutura e consistência, passíveis de identificação visual.

A descrição foi realizada para cada sondagem acompanhando-se as variações do material ao longo do perfil, em profundidades que variaram entre 1,80, 5,00 e 13,00 m respectivamente.

Os principais tipos de materiais encontrados apresentam as seguintes características texturais:

a) arenosos - encontrados em pequenos percentuais dispersos ao longo dos perfis. Estão relacionados aos horizontes superficiais, apresentam seus percentuais mais significativos no material mobilizado no interior da cicatriz e também podem ser encontrados em algumas amostras coletadas próximo ao canal.

b) siltosos - apresentam-se ao longo de todo o perfil e em todos os

segmentos das toposseqüências. Estes têm um aumento significativo em seus percentuais entre 4,80 e 5,00 m.

c) argilosos - representam o maior percentual em todas as amostragens, estando presentes em todos os perfis e em todos os segmentos. Tornam-se mais abundantes à medida que se aprofundam, principalmente nos materiais encontrados no interior da cicatriz e na parede do barranco. Apresentam características hidromórficas marcantes entre as profundidades de 2,70 e 3,40 m para os materiais não mobilizados, entre as profundidades de 0,40 e 4,00 m nos materiais mobilizados do interior da cicatriz e ao longo dos materiais que se apresentam no afloramento do barranco. Foi encontrada durante as sondagens água livre no limite entre esta camada de solo e a rocha com estrutura conservada, onde os materiais se apresentam bastante argilosos e hidromorfizados, os quais seguem a topografia do terreno. Nesse limite observa-se freqüentemente a presença de manchas pretas (mangânês ?), cinzas e amarelas típicas de zona de oscilação do nível do lençol.

A seguir são descritos os principais volumes encontrados ao longo desta cicatriz.

5.3.1.1. Organização dos volumes encontrados na cicatriz MB1

A caracterização e distribuição dos volumes do material foram descritas conforme o exposto, ao longo da cicatriz MB1, resultante da ação dos movimentos de massa lentos, localizada à margem esquerda do Rio Acre em três segmentos: a) na superfície de arranque; b) no interior; e c) no afloramento ao longo da parede do barranco.

A superfície dessa cicatriz apresenta, a respeito do nível do primeiro plano de deslocamento, 2,5 m de altura (por ocasião da coleta - julho/96) e um plano de

cisalhamento curvo e côncavo para cima.

Os volumes que afloram ao longo dessa cicatriz apresentam características texturais e de distribuição volumétrica ao longo do perfil da seguinte forma:

Volume bruno-escuro (7,5 YR 3/2) - trata-se de horizonte orgânico superficial que apresenta uma espessura média de 10 cm de textura areno-silto-argilosa com estrutura fraca, solto, muito pequena, granular, seco, de forte porosidade interagregados, resultantes da atividade biológica, provocada nesse caso pela presença de raízes.

Volume amarelo-avermelhado (5YR 6/8) - de coloração não homogênea com mesclas vermelhas de textura silto-argilosa com muita areia fina, granular, seco, duro, muito firme, de moderada porosidade intergregados, face à presença de raízes, não plástico, não pegajoso. Só foi encontrado na superfície de arranque do material não mobilizado.

Volume vermelho-escuro (2YR 4/6) - este volume apresenta-se relativamente espesso, ora totalmente homogêneo, ora apresentando mesclas cinzas (5Y 7/1) e marrons (7,5YR 4/6) com concreções ferruginosas de textura argilo-siltosa com pouca areia fina entre as profundidades de 0,64 e 2,70 m de textura granular, bastante compacto na zona proximal - superfície de arranque (material não mobilizado) e menos na zona mediana interior da cicatriz (material mobilizado). Pode se apresentar, dependendo da profundidade, bastante seco ou mais úmido, macio, plástico e ligeiramente pegajoso.

Volume não homogêneo composto por cinzento-claro (5Y 7/1) e marrom forte (7,5YR 5/6) - presente ao longo de todas as toposseqüências (zona proximal e mediana), entre as profundidades de 2,70 e 3,40 m na superfície de arranque, entre as profundidades de 0,25 e 2,50 m no interior da cicatriz (zona mediana), composta por material mobilizado. A textura é predominantemente argilo-siltosa com areia fina, especialmente para os volumes presentes no interior da cicatriz. Apresenta-se, geralmente, muito úmido, massiva, macio, firme, plástico a muito plástico e pegajoso. Entre as profundidade de 2,70 e 3,00 m foi identificada a presença de água livre nesse volume.

Volume de coloração variegada formado por marrom (7,5YR 5/4) e cinza (5Y 6/1) - este volume pode ser encontrado entre as profundidades de 3,40 e 5,00 m. Apresenta textura argilo-siltosa, granular, duro a extremamente duro, seco, compacto a muito compacto, não plástico e não pegajosos, parecendo indicar a zona de transição da rocha alterada com estrutura conservada. Aparece ao longo de todos os perfis localizados na superfície de arranque e no interior da cicatriz. Foi constatada a presença de água livre nos segmentos das sondagens existentes no interior da cicatriz entre as profundidades de 1,80 e 2,00 m. Nesse limite pôde-se observar a presença significativa de areia grossa e ar confinado intersticial sobre os agregados do solo.

Volume com hidromorfia no interior da cicatriz - apresenta coloração variegada em tons de vermelho, marrom, cinza e preto, muitas vezes não identificáveis na tabela de MUNSSSEL (**vide** anexos), com muitas variações entre os volumes. Os materiais são os mesmos encontrados na superfície de arranque conforme pode ser observado na Figura 16 (a) e, que neste volume, geralmente não apresentam um padrão definido, pois se encontram

bastante misturados, ressaltamos que as sondagens realizadas no perfil P1.2.1. T3 e T4 são os que melhor apresentam uma distribuição volumétrica como pode ser observado nas sondagens em anexo. Todos os volumes apresentam textura predominantemente mais argilosa, mais plástica, mais pegajosa e, em algumas sondagens, mostram-se muito pastosos em relação aos volumes dos perfis encontrados na superfície de arranque. Os percentuais de areia apresentam um significativo aumento se comparados aos demais volumes. A areia fina nesse volume se apresenta entre as profundidades de 0,20 e 0,50 cm, enquanto a areia grossa pode ser encontrada entre as profundidades de 0,30 e 0,70 cm. A estrutura é bastante massiva, macia, firme, úmidas a muito úmido e, na maioria dos casos, a forte hidromorfia foi a causa da interrupção das sondagens. A presença de água livre foi evidenciada entre 1,80 e 2,00 m nas sondagens P1.2.1. Em alguns volumes superficiais (0,0 -0,10 cm) identificou-se a presença de matéria orgânica.

Volume do material que aflora na parede do barranco - nesse volume o material se apresenta bastante misturado, de difícil identificação na tabela de MUNSSEL. Apresenta coloração variegada com manchas vermelhas, amarelas e cinzas esbranquiçadas. Nesse volume é difícil a identificação e separação entre o material mobilizado e o material típico dos depósitos Terciários da Formação Solimões, já que as características sedimentares são basicamente as mesmas. A textura varia de argilo-siltosa a argilosa para os volumes mais profundos com estrutura granular, seca, dura, compacta, não plástica e não pegajosa com pouca areia fina, apenas para as camadas mais superficiais, entre 0,20 e 1,20 m. Matéria orgânica pode ser encontrada entre 0,10 e 0,30 cm e entre 7,00 e 9,00 metros, próximo ao canal.

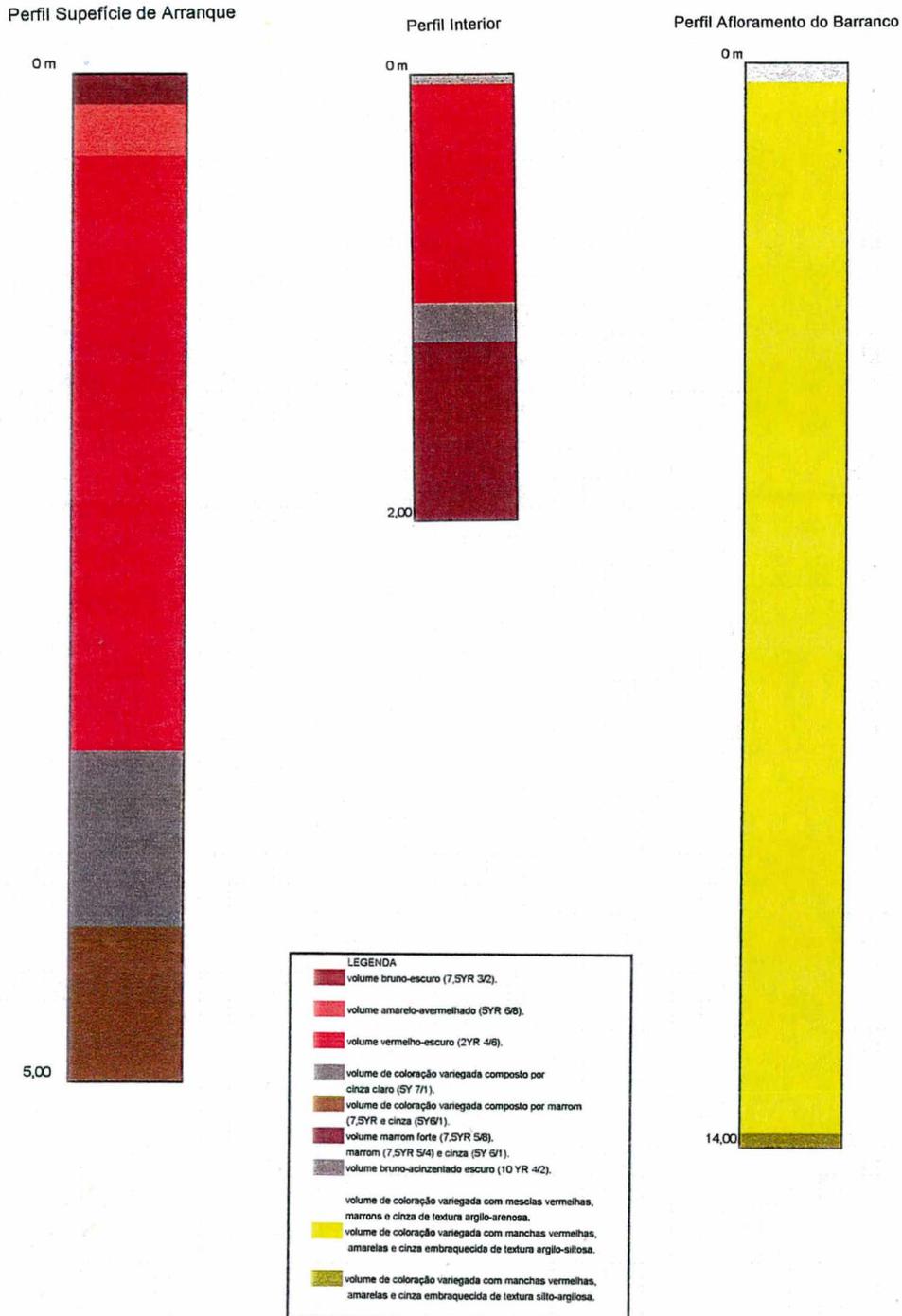
A Figura 16 (a) , a seguir, demonstra a distribuição dos volumes encontrados e descritos por este trabalho e que podem ser aferidos no anexo I.

Observamos através dessa Figura que mesmo após o deslocamento, os materiais do interior da cicatriz (material mobilizado), como já colocado anteriormente, ainda mantém a mesma seqüência sedimentar na distribuição dos volumes ao longo do perfil, semelhante àquela encontrada na superfície de arranque (material não mobilizado). Há contudo um aumento textural nos percentuais de argila e na plasticidade, ocasionada também, pela forte hidromorfia presente nesses volumes. O material localizado no afloramento na parede do barranco, caracteriza bem, no que se refere a coloração, uma forte hidratação resultante do constante processo de lixiviação a que este material é submetido, em função de sua exposição direta à ação de processos intempéricos, principalmente, das precipitações e da oscilação periódica do nível das águas do Rio Acre.

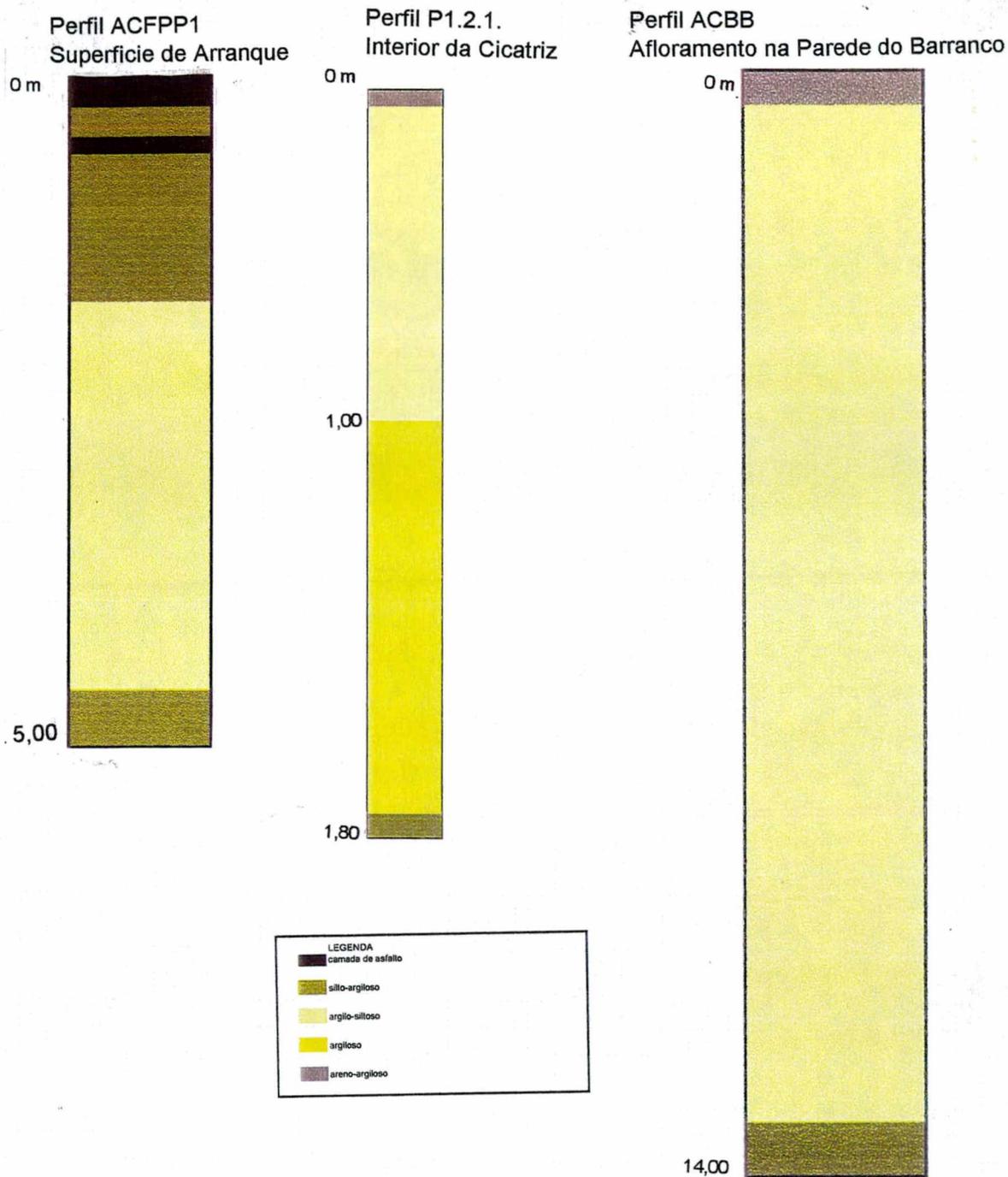
Este pacote como podemos notar na Figura 16 (b) - onde encontram-se três perfis selecionados - apresenta basicamente uma só textura (argilo-siltosa) sem registro de areia, exceto nos horizontes superficiais e naqueles próximos ao leito do canal. O material encontrado na base do afloramento apresenta textura silto-argilosa, muito pastosa, caracterizando bem o fluxo de lama que ocorre associada aos escorregamentos presentes na área.

**FIGURA 16 - Distribuição dos Sedimentos Encontrados na Cicatriz MB1
Movimentos de Massa Lentos**

a) Distribuição dos volumes encontrados ao longo de todos os perfis descritos.



b) Descrição granulométrica dos materiais encontrados ao longo dos perfis selecionados.



Fonte: Trabalho de Campo realizado em julho/1996.e maio/97.

2. Descrição da organização e distribuição dos volumes dos materiais encontrados na cicatriz MG2 e MG3 - Movimentos de Massa Rápidos Pontuais.

Foram descritos perfis de 01 a 04 nas cicatrizes MG2 e MG3. Nessas cicatrizes foram encontrados três tipos de organização do material, a saber: 1 - material bastante compacto relacionado à pavimentação asfáltica, portanto alóctone ao ambiente; 2 - um material que parece representar o material *in situ*, depositado pelo próprio rio; 3 - materiais misturados resultantes dos movimentos de massa desencadeados na área. Devido às dificuldades de realizar-se sondagem no interior da cicatriz, em função da presença de escombros e de água em abundância, foram descritos apenas os materiais não movimentados.

Descrevem-se, conforme metodologia adotada, os aspectos relacionados à cor, textura, estrutura e consistência, passíveis de identificação visual.

A descrição foi realizada para cada sondagem, acompanhando-se as variações do material ao longo do perfil em profundidade de até 4,20 m.

Os tipos de materiais encontrados apresentam as seguintes características texturais:

- a) siltosos - para a porção de maior pedogênese, os quais oscilam de acordo com a topografia do terreno entre 0,30 e 3,50 metros em profundidade;
- b) arenosos - marcam a zona de transição entre os materiais siltosos e argilosos, típicos de solos aluviais com texturas areno-siltosas e areno-argilosas com espessuras variantes entre 0,30 e 0,80 para os níveis mais rasos e 0,80 e 2,50 m para os níveis mais espessos;

- c) argilosos - com características típicas de hidromorfismo de coloração cinza embranquiçada em torno de 2,5 Y, variando entre 5/1, 7/1 e 7/2, encontrados nas cotas de 2,80 e 4,0 metros. Representam provável transição para os depósitos Terciários da Formação Solimões.

Segue-se a descrição dos principais volumes encontrados nas cicatrizes MG2 e MG3.

5.3.2.1. Organização dos volumes encontrados nas cicatrizes MG2 e MG3

A caracterização e distribuição dos volumes do material foram descritas na superfície de arranque das cicatrizes dos movimentos de massa rápidos, denominados MG2 e MG3, localizados na parede do barranco à margem direita do Rio Acre. A superfície dessas cicatrizes apresentam mais ou menos quatro (04) metros de altura, a respeito do nível das águas (por ocasião da coleta - maio/97), com um plano de cisalhamento próximo ao vertical.

Os volumes que afloram na parede das cicatrizes supramencionadas apresentam características texturais e de distribuição volumétrica ao longo do perfil, conforme segue:

Volume 01 - material silto-argiloso de coloração variegada composta de bruno-avermelhado-escuro 5YR, variando entre 3/4, 4/6 e 4/4; bruno-amarelo-escuro 10YR, com variação entre 3/1, 6/2, 7/1 e 7/2 com pouca areia fina, compacto, ligeiramente pegajoso e plástico, com a presença de raízes e intensa atividade biológica. Esse volume varia de espessura (0,10 a 3,20 m) conforme a topografia do terreno. Ele resulta do trabalho de terraplenagem e compactação da área para construção do sistema viário.

Volume 02 - material areno-siltoso de coloração preta (10YR 2/1) com pouca argila, massiva, úmido, macio, muito friável, pouco coeso, não pegajoso, não plástico, com a presença de raízes finas. Foi encontrado em apenas uma sondagem e apresentava uma delgada espessura (3 cm).

Volume 03 - material areno-siltoso de coloração bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4) bastante homogêneo, com pouca argila, massivo, muito úmido, friável, ligeiramente pegajoso, não plástico. Encontrado, geralmente entre as profundidades de 2,30 - 2,80 m.

Volume 04 - esse volume apresenta coloração variegada composta de bruno-avermelhado escuro 5YR, variando entre 3/4, 4/6 e 4/4; bruno-amarelado-escuro 10YR, variando de 4/4 a 4/6; cinza da ordem de 2,5 Y, com variação entre 3/1, 6/2, 7/1 e 7/2, de textura silto-arenosa, com pouca argila, maciça, friável e ligeiramente pegajosa.

Volume 05 - apresenta textura silto-argilosa com areia fina, maciça, macio, friável, ligeiramente pegajoso e não plástico de coloração variegada constituída por bruno-amarelado-escuro 10YR entre 4/4 e 4/6; vermelho amarelado 5YR 4/6; bruno-avermelhado-escuro 5YR em tons variantes entre 3/4, 4/6 e 4/4 e bruno-forte 7,5 YR de tonalidade 5/8 em pequenas mesclas quase imperceptíveis a princípio, tornando-se mais vivas próximas aos 4 metros de profundidade e cinza embranquecido de tonalidade 2,5 Y variando entre 5/1 e 7/2.

Volume 06 - nesse volume os materiais apresentam textura argilo-siltosa, maciça, firme, dura, tornando-se cada vez mais plásticos à medida que se aproximam da base da superfície de arranque e ligeiramente pegajosos.

Volume 07 - encontram-se, nesse volume, materiais com características tipicamente hidromórficas, bem caracterizados pela presença de manchas pretas (manganês ?), de coloração predominantemente cinza embranquecido, variando entre 5/1, 7/2 e 7/1. Esses volumes aparecem entre as profundidades de 3,50 e 4,20 metros no limite com o nível das

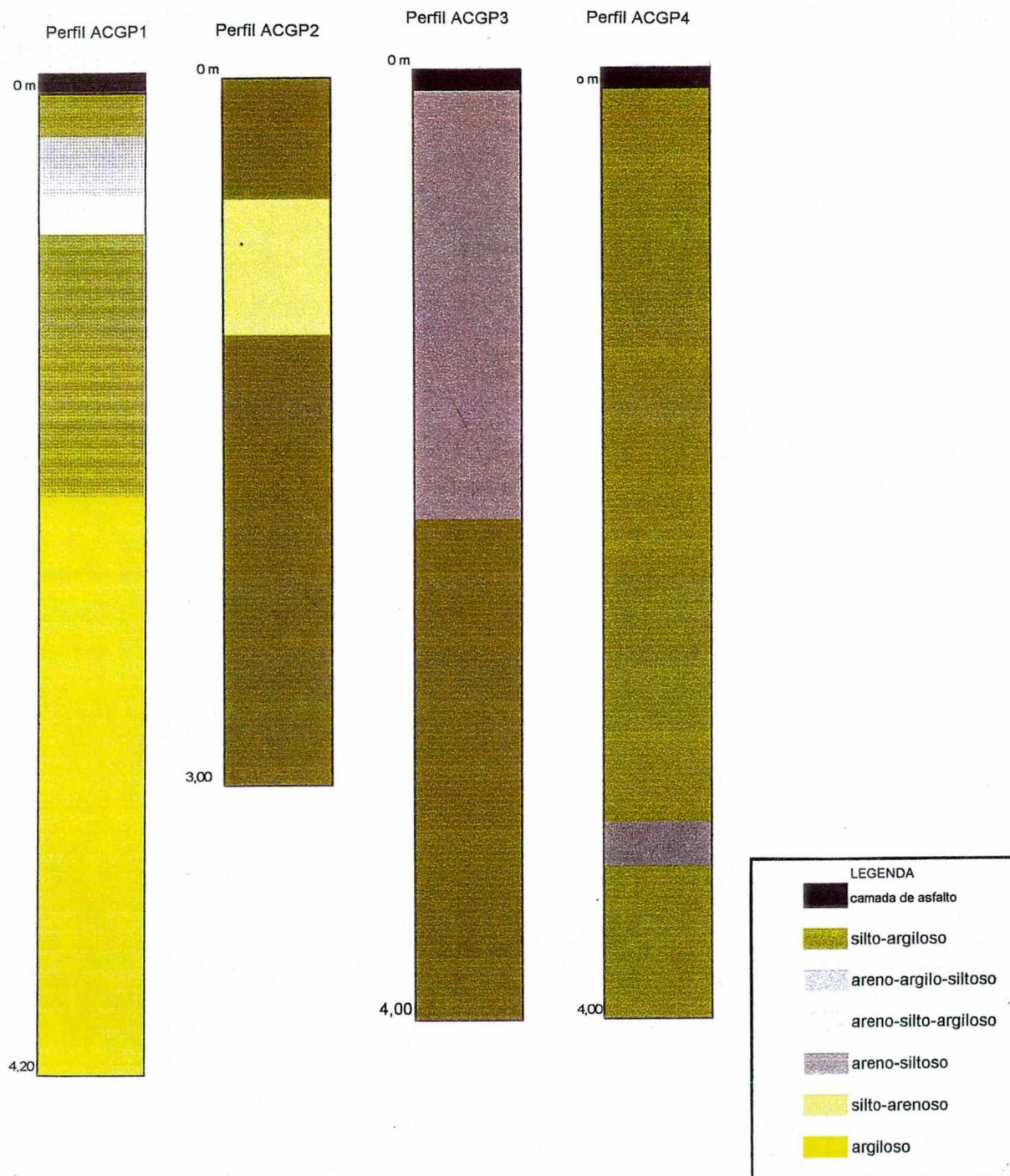
150

águas do Rio Acre. Seguem-se, posteriores a essa profundidade, solos hidromórficos de textura argilosa, típicos dos depósitos sedimentares Terciários da Formação Solimões.

Através das descrições apresentadas nesse item, notamos que quanto a coloração, os volumes apresentam um padrão relativamente definido, com clorações variegadas formada por bruno-avermelho, bruno-amarelado e cinza embranquecido. Porém, em relação a distribuição granulométrica, embora se apresentam três pacotes constituídos por materiais siltosos, arenosos e argilosos, registramos uma constante variação e intercalação entre os sedimentos de um mesmo perfil. Assim, podemos destacar no topo do perfil da superfície de arranque (material não mobilizado), predominam materiais de textura silto-argilosa de origem alóctone com intercalações arenosas e argilo-siltosas, provavelmente materiais *in situ* contaminados pela mistura com as camadas anteriores. Um pacote intermediário, este representativo, ele é formado por materiais areno-siltosos seguidos de camadas transicionais de textura silto-argilosa e, finalmente na base do pacote encontram-se materiais de textura argilosa ou argilo-siltosa, representada pelos sedimentos Terciários da Formação Solimões, conforme pode ser visto na Figura 17.

Essa descontinuidade textural como veremos nos capítulos posteriores irão contribuir para a presença de diferentes condições hídricas, favorecendo a instabilidade do material através da queda de coesão e do ângulo de atrito interno, tornando estes materiais susceptíveis a processos erosivos.

**FIGURA 17 - Distribuição dos Sedimentos Encontrados na Cicatriz MG2 e MG3
Movimentos de Massa Rápido**



Fonte: Trabalho de Campo realizado em maio/1997.

5.4. Características Texturais

Para a análise da composição textural, os materiais superficiais encontrados foram agrupados de acordo com a procedência dos depósitos sedimentares Terciários e Quaternários presentes na área de estudo. Assim, procurou-se através das análises granulométricas caracterizar as propriedades físicas dos materiais e seu comportamento face aos processos erosivos.

A princípio foram agrupadas as amostras coletadas nos perfis realizados na cicatriz MB1 em três segmentos: a) da superfície de arranque; b) do interior da cicatriz; e, c) da parede do barranco. Ocorrem nessa área de amostragem materiais provenientes dos depósitos Terciários da Formação Solimões.

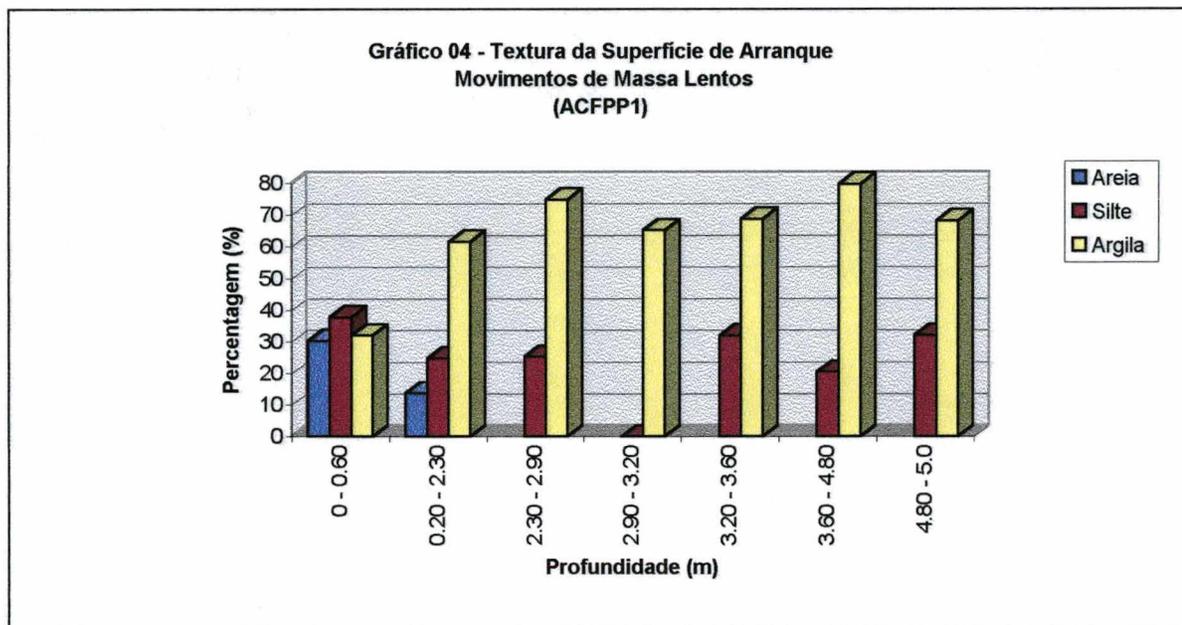
Em segundo plano encontram-se agrupadas as amostras dos perfis realizados na superfície de arranque das cicatrizes MG2 e MG3, localizados na parede das baixas barrancas. Nessa área os materiais provêm de depósitos Quaternários.

A Tabela 01 e Gráfico 04 referem-se às características texturais do perfil ACFPP1 localizado na superfície de arranque da cicatriz MB1. Nele, em profundidades entre 0,60 e 4,80 m, observamos que a fração argila é predominante, apresentando percentuais que variam entre 31% e 79% do material, enquanto a fração silte apresenta valores situados entre 13% e 30%, especialmente nos horizontes superficiais, diminuindo à medida que se aprofunda. O percentual de argila nesse perfil apresenta um valor médio de 64,23% do material aumentando em profundidade, diminuindo em 4,80 m quando a fração silte torna-se mais evidente. Esses materiais são provenientes dos depósitos Terciários da Formação Solimões.

**TABELA 01 - Textura dos Sedimentos da Amostra ACFPP1
Superfície de Arranque da Cicatriz MB1
Movimentos de Massa Lentos**

Profundidade (cm)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
0.60	30,28	37,80	31,92
2.30	13,71	24,78	61,51
2.90	0,0	25,22	74,78
3.20	0,0	34,85	65,15
3.60	0,0	31,37	68,63
4.80	0,0	20,40	79,60
5.0	0,0	31,97	68,03
Média	6,28	29,48	64,23

Fonte: Trabalho de campo realizado em julho/1996.



Fonte: Trabalho de campo realizado em julho/1996.

Pode-se inferir através desses dados que o material desse perfil apresenta altos teores de argila e silte com desaparecimento completo da fração areia entre 2,30 e 5,00 m, caracterizando-o como predominantemente argilo-siltoso.

Na amostragem realizada no interior dessa mesma cicatriz, perfil P.1.2.1.,

ilustrado na Tabela 02 e Gráfico 05, notamos que a fração argila torna-se cada vez mais dominante em profundidade, com percentuais entre 43% e 85%, enquanto a fração silte varia entre 14% e 35% e os percentuais de areia têm em relação à amostragem anterior, um comportamento semelhante, com percentuais significativos nas camadas superficiais até 1 metro.

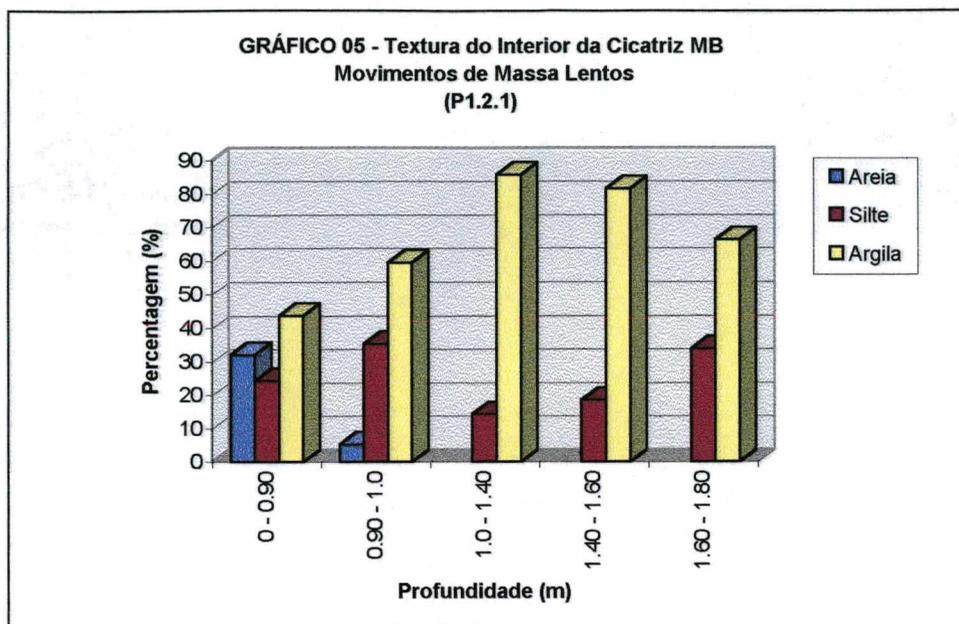
Se comparados os valores deste perfil aos valores do perfil anterior (material não mobilizado) nota-se um aumento de 1,19% no percentual de areia e no percentual da argila, que aumenta 3,08%, totalizando, neste perfil, 67,31%, contra 64,23% do perfil anterior, no cômputo da média geral do material.

Quanto ao percentual do material silteoso da amostra, este perfil apresenta uma diminuição, caindo de 29,48% da amostra anterior para 25,22% nessa, o que equivale a uma queda de 4,26% no material mobilizado.

**TABELA 02 - Textura dos Sedimentos da Amostra P1.2.1
Interior da Cicatriz MB1
Movimento de Massa Lento**

Profundidade (cm)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
0 - 0.90	32,05	24,28	43,66
0.90 - 1.0	5,28	35,29	59,42
1.0 - 1.40	0,00	14,34	85,66
1.40 - 1.60	0,0	18,44	81,56
1.60 - 1.80	0,0	33,77	66,23
Média	7,47	25,22	67,31

Fonte: Trabalho de campo realizado em julho/1996.



Fonte: Trabalho de campo realizado em julho/1996.

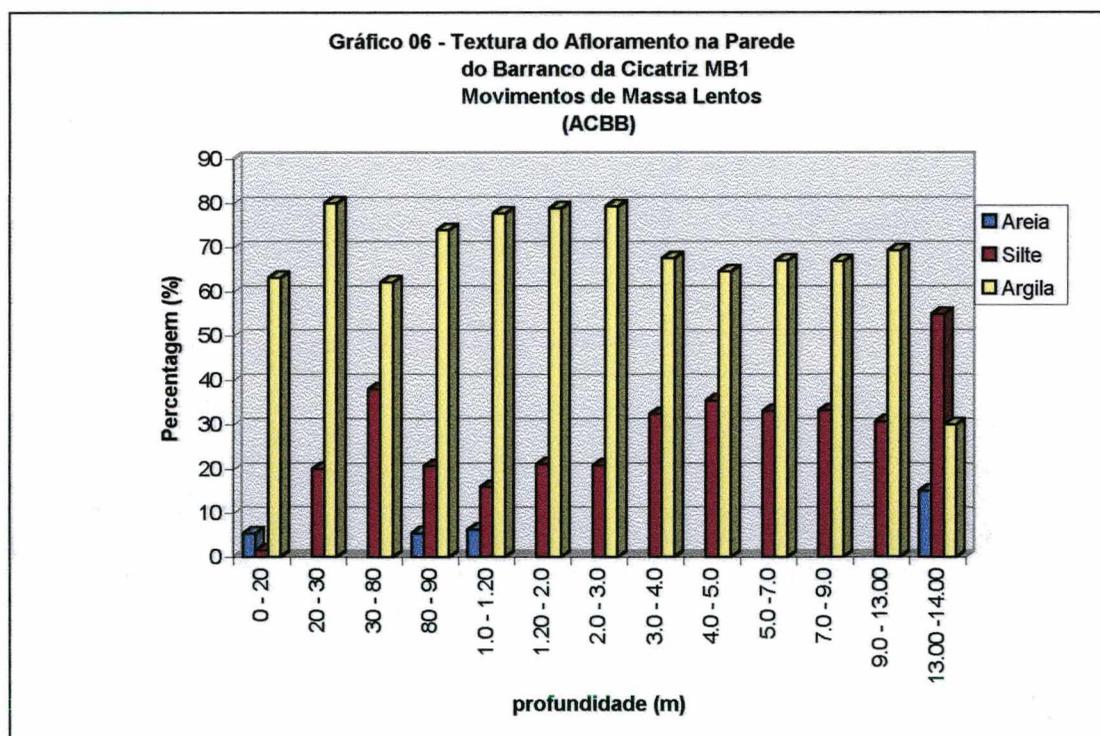
O perfil de textura da amostra ACBB localizado na parede do barranco, representado na Tabela 03 e no Gráfico 06 apresentados a seguir, demonstra poucas diferenças texturais quando comparados aos dois perfis anteriores.

Nele percebe-se o menor percentual de areia na camada superficial e o maior em profundidade quando comparado com os perfis anteriores. Contudo, seu comportamento textural é muito semelhante, com exceção das profundidades de 0,80, 1,20 e 14,00 metros, onde voltam a ocorrer percentagens na fração areia e um pequeno declínio na quantidade de silte. Este percentual volta a crescer a 14,00 m, quando se aproxima da borda do canal onde declinam os percentuais da fração argila.

TABELA 03 - Textura dos Sedimentos da Amostra ACBB
Parede do Barranco da Cicatriz MB1
Movimento de Massa Lento

Profundidade (cm)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
0 - 20	5,40	1,46	63,14
20 - 30	0,00	19,98	80,02
30 - 80	0,00	37,91	62,09
80 - 90	5,47	20,63	73,90
1.0 - 1.20	6,29	15,97	77,75
1.20 - 2.0	0,00	21,15	78,85
2.0 - 3.0	0,00	20,74	79,26
3.0 - 4.0	0,00	32,34	67,66
4.0 - 5.0	0,00	35,42	64,58
5.0 - 7.0	0,00	32,99	67,01
7.0 - 9.0	0,00	33,15	66,85
9.0 - 13.0	0,00	30,67	69,33
13,00 -14,00	15,00	55,00	30,00
Média	2,47	29,80	67,72

Fonte: Trabalho de campo realizado em julho/1996.

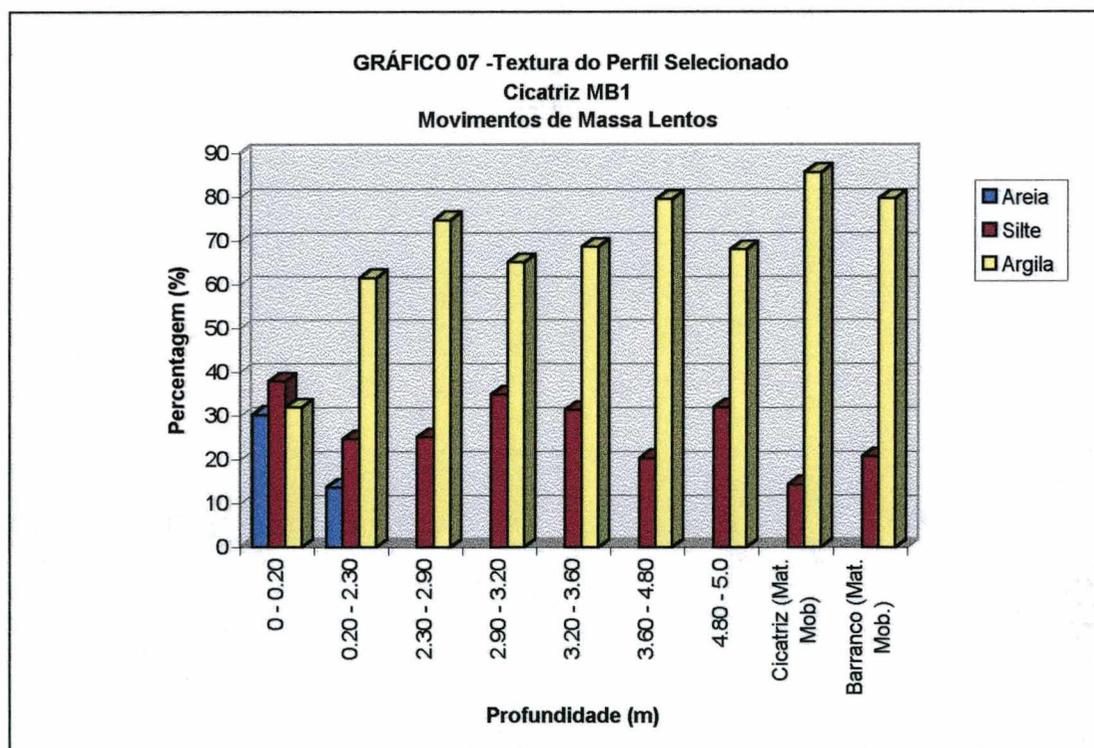


Fonte: Trabalho de campo realizado em julho/1996.

Em síntese, podemos perceber que os valores de argila aumentam em profundidade ao longo dos três pontos analisados. Os percentuais de silte tendem à crescer

a medida que se aproximam da rocha alterada com estrutura conservada em profundidade de 4,80 m (Formação Solimões). Os valores de areia neste perfil estão relacionados aos horizontes superficiais entre 0,20 e 1,20 m ou aparecem nas amostras coletadas próximas ao canal.

O Gráfico 07 ilustra bem a distribuição dos percentuais granulométricos ao longo dos três pontos selecionados da cicatriz MB1. Nela observamos a predominância e o aumento progressivo da argila, uma pequena variação dos percentuais de silte e a diminuição e desaparecimento da areia em profundidade, com exceção daqueles percentuais encontrados na proximidade da borda do canal.



Fonte: Trabalho de campo realizado em julho/1996.

As análises granulométricas a seguir foram realizadas na parede da superfície de arranque das cicatrizes MG2 e MG3. Para o perfil textural ACGP1 Tabela 04

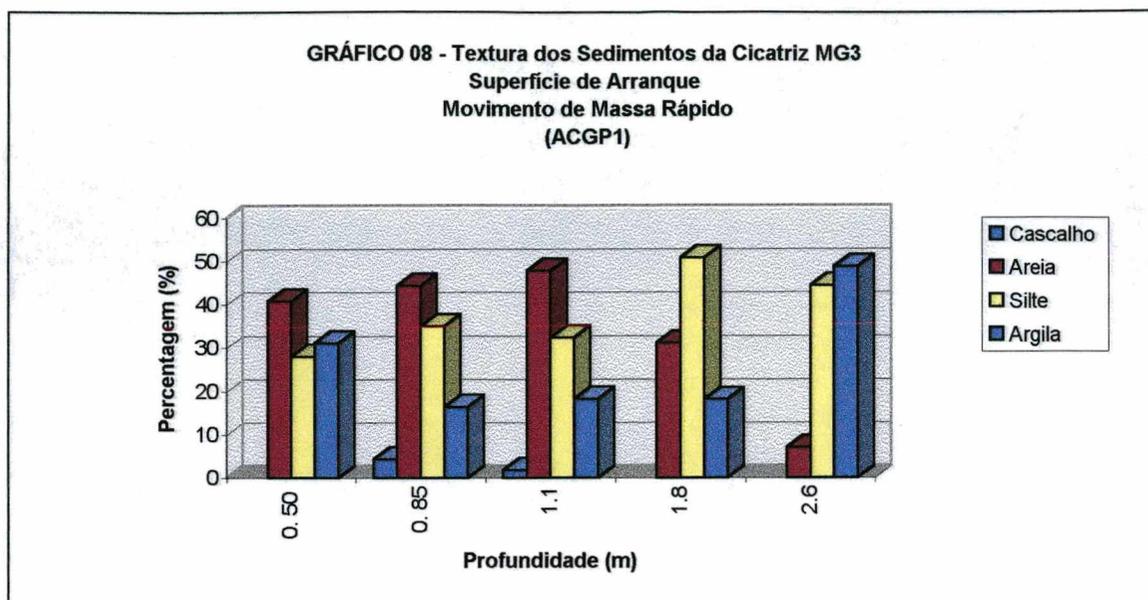
e Gráfico 08, temos que os valores de areia variam entre 6,95% e 47,75% na amostragem realizada, enquanto para os valores de silte, estes situam-se entre 28% e 51%, e os de argila apresentam-se variando entre 16% e 49%. Nesse perfil de textura os valores de silte são dominantes, com um percentual médio de 38%, contra 35,4% da areia e 26,6% do percentual médio da argila. Enquanto os percentuais de silte possuem um aumento progressivo em profundidade, seus maiores valores situam-se entre as profundidades de 0,50 a 2,60 m, onde começam a decrescer; a argila apresenta, dentre todas as demais frações, os menores valores, aparecendo significativamente com 31% a 0,50 m, de onde passa a decrescer até a profundidade de 2,60 m, quando voltam a dominar as demais frações granulométricas, como pode ser observado na Tabela 04 e Gráfico 08, a seguir.

Neste perfil é encontrado uma pequena percentagem de cascalho entre as profundidades de 0,85 e 1,10 m. Esse material pode ser originário de material proveniente da pavimentação asfáltica, visto que só aparece nessa amostragem.

**TABELA 04 - Textura dos Sedimentos da Amostra ACGP1
Superfície de Arranque da Cicatriz MG3
Movimento de Massa Rápido**

Profundidade (cm)	Cascalho (%)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
0.50	0,00	40,84	27,98	31,17
0.85	4,38	44,32	34,98	16,32
1.10	1,75	47,75	32,38	18,12
1.80	0,00	31,12	50,79	18,09
2.60	0,00	6,95	44,37	48,68
Média	1,23	34,20	38,10	26,47

Fonte: Trabalho de campo realizado em maio/1997.



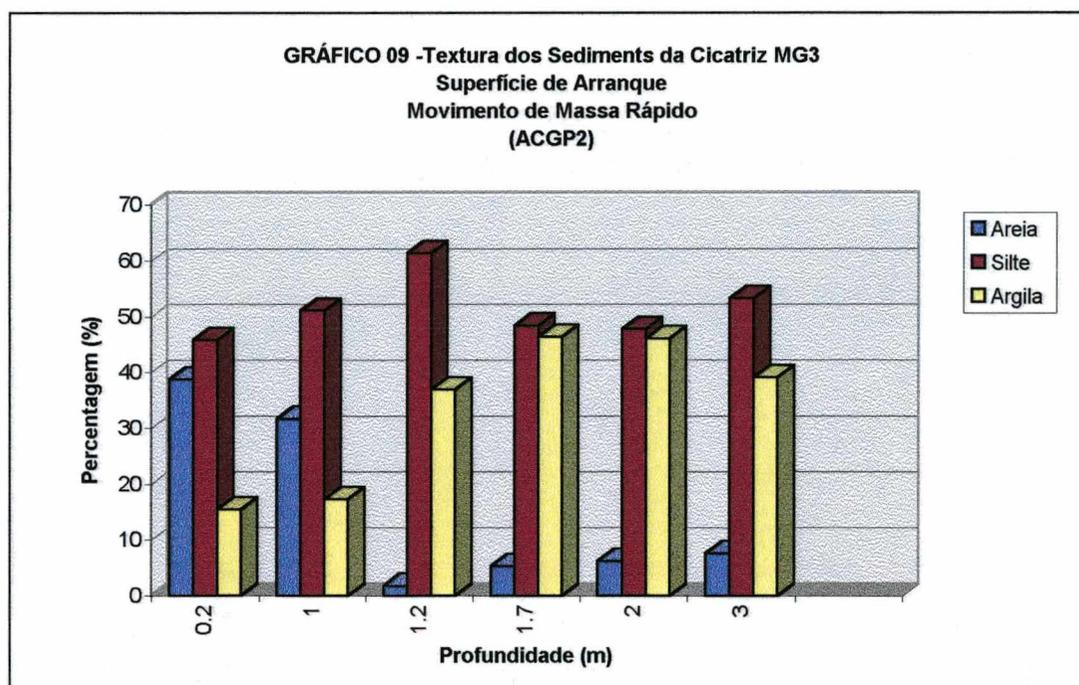
Fonte: Trabalho de campo realizado em maio/1997.

No perfil textural ACGP2, localizado na cicatriz MG3, os valores de areia variam entre 1,77% e 38,73%, os de silte entre 46% e 61% e os de argila entre 15% e 46%. Nesse perfil há um aumento significativo na percentagem da fração silte em relação ao perfil anterior, principalmente nas profundidades de 0,20 m até 1,80 m; a fração areia mostra-se bastante significativa somente entre 0,20 e 1,70 m de profundidade, onde começa a decrescer. A fração silte não registra um padrão definido em seus percentuais totais, cresce entre 0,20 e 1,70 m, decrescendo em seguida até a profundidade de 2,00 m, onde novamente mostra-se bastante expressiva, chegando a totalizar 53,31% do material da amostra. A argila, nesse perfil, apresenta um crescimento progressivo à medida que se aprofunda, especialmente entre 1,70 e 3,00 m de profundidade, quando a fração siltosa torna-se mais significativa, conforme pode ser observado na Tabela 05 e Gráfico 09.

TABELA 05 - Textura dos Sedimentos da Amostra ACGP2
Superfície de Arranque da Cicatriz MG3
Movimento de Massa Rápido

Profundidade (cm)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
0.20	38,73	45,80	15,47
1.0	31,65	51,08	17,27
1.20	1,77	61,37	36,86
1.70	5,30	48,38	46,32
2.0	6,20	47,72	46,08
3.0	7,59	53,31	39,10
Média	15,20	51,28	33,52

Fonte: Trabalho de campo realizado em maio/1997.



Fonte: Trabalho de campo realizado em maio/1997.

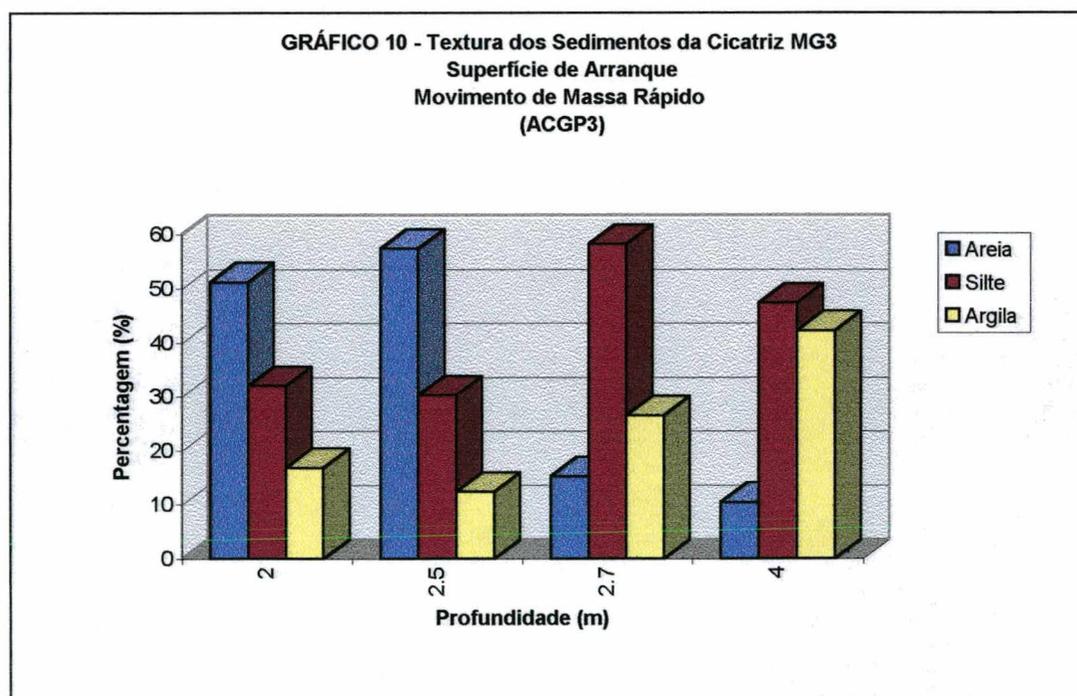
As amostragens do perfil textural ACGP3, localizado na cicatriz MG3, para as profundidades de 2,00 a 4,00 m mostram ainda uma predominância do material silteoso com 41,94%, seguido pelos percentuais de 33,57% de areias e 24,49% de argilas. A fração silte apresenta seus valores situados entre 30% e 58%, a areia entre 10% e 57% e a argila entre 12% e 42%.

Se comparadas as percentagens das frações granulométricas desse perfil com as do perfil anterior para as profundidades de 2 e 3 m, veremos que a fração argila, embora expressiva, decresceu, enquanto a fração areia aumentou, como pode se observar na Tabela 06 e Gráfico 10.

**TABELA 06 - Textura dos Sedimentos da Amostra ACGP3
Superfície de Arranque da Cicatriz MG3
Movimento de Massa Rápido**

Profundidade (cm)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
2.0	51,20	31,98	16,82
2.5	57,40	30,21	12,39
2.70	15,25	58,23	26,53
4.0	10,42	47,35	42,23
Média	33,57	41,94	24,49

Fonte: Trabalho de campo realizado em maio/1997.



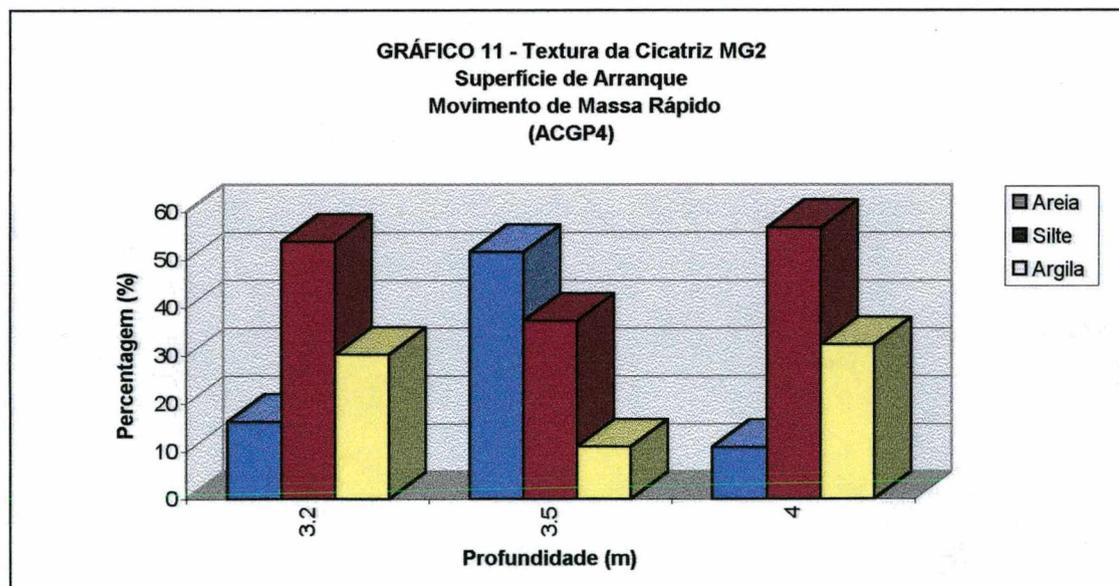
Fonte: Trabalho de campo realizado em maio/1997.

O perfil textural ACGP4, localizado na cicatriz MG2, foi analisado entre as profundidades de 3,20 e 4,00 m e apresentou percentuais médios de silte em torno de 49,24%, sendo os mais representativos, seguidos pelos de areia de 26,26% e os de argila com 24,50%, conforme pode ser observado na Tabela 07 e Gráfico 11.

**TABELA 07 - Textura dos Sedimentos da Amostra ACGP4
Superfície de Arranque da Cicatriz MG2
Movimento de Massa Rápido**

Profundidade (cm)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
3.20	16,25	53,60	30,15
3.50	51,67	37,31	11,03
4.0	10,86	56,81	32,33
Média	26,26	49,24	24,50

Fonte: Trabalho de campo realizado em maio/1997.



Fonte: Trabalho de campo realizado em maio/1997.

Os valores de areia situam-se entre os percentuais de 11% e 52%, os de silte entre 37% e 57% e os de argila entre 11% e 32%.

Nesta amostragem verificamos que a areia tende a aumentar significativamente entre as profundidades de 3,20 e 3,50 m, enquanto que os percentuais de silte e argila tendem a diminuir nessas profundidades, mas em 4,00 m registramos uma queda na fração areia, enquanto os percentuais de silte e argila aumentam.

Observando os quatros perfis localizados nas cicatrizes MG2 E MG3, oriundos dos movimentos de massa rápidos pontuais, percebe-se que há uma predominância do material siltoso sobre os demais. Ressaltamos que os percentuais de areia são também expressivos, enquanto há um decréscimo significativo dos percentuais de argila em todos os perfis em relação aos materiais envolvidos nos movimentos de massa lentos associados, salvo em algumas camadas, especialmente entre as profundidades de 0,50 m e entre 1,20 2,00 e 4,00 metros. Cabe destacarmos que entre as profundidades de 2,00 e 4,00 m, nos perfis realizados sobre os depósitos atuais, dependendo da topografia do terreno, a elevação dos percentuais de argila está relacionadas à presença da rocha alterada com estrutura conservada, originária dos depósitos Terciários da Formação Solimões, constituída, fundamentalmente, por argila e silte, enquanto os materiais mais siltosos e arenosos resultam dos depósitos Quaternários, onde se desenvolvem os solos aluviais.

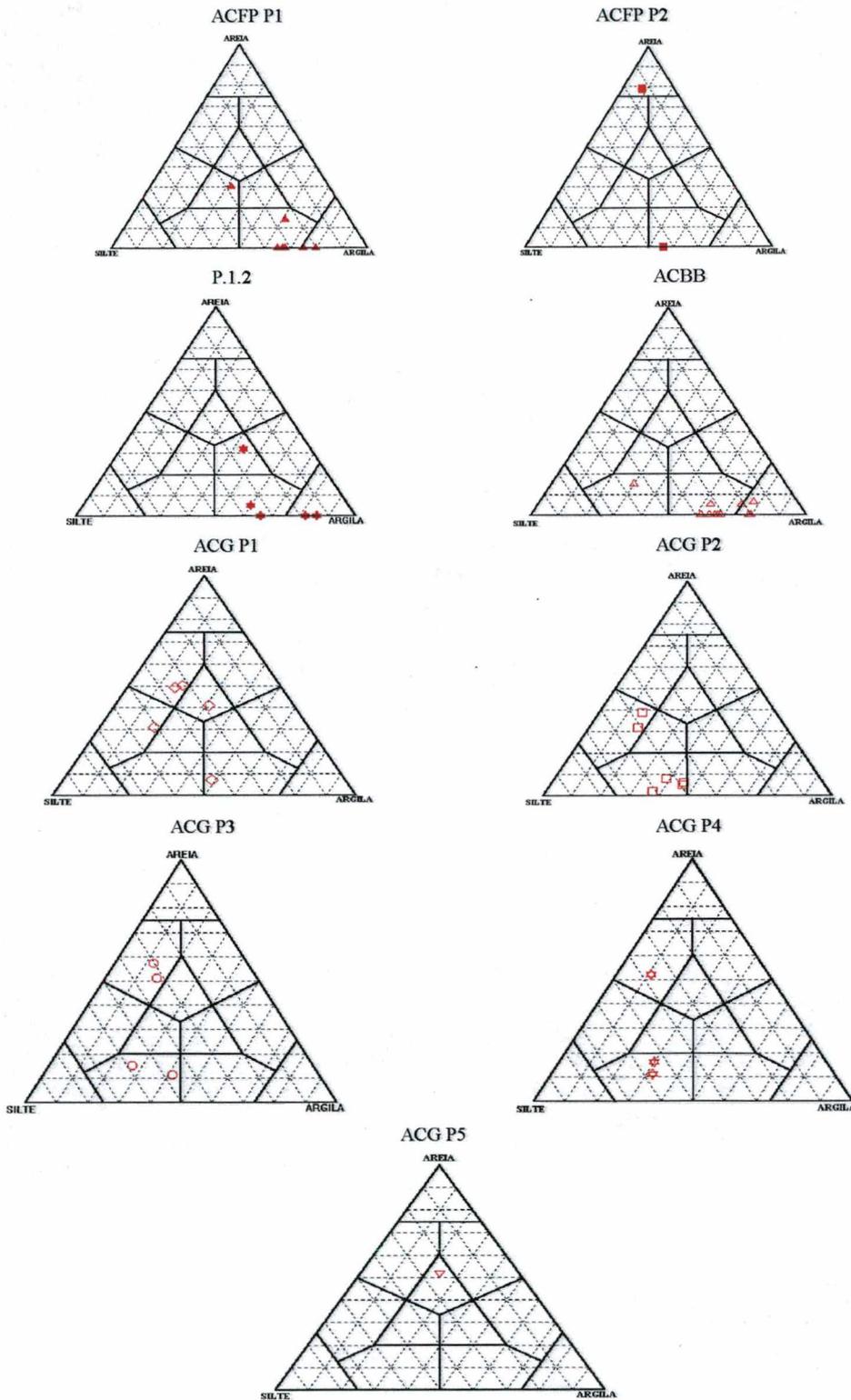
Reitera essas observações a Figura 18, onde foram plotadas no diagrama triangular de SHEPARD (1954) **apud** SUGUIO (1973) 47 amostras distribuídas entre 9 diagramas, onde se apresentam os valores individuais agrupados de acordo com sua procedência; dos horizontes dos solos eluviais presentes nos depósitos Terciários da Formação Solimões, onde ocorrem movimentos de massa lentos, e dos horizontes dos solos aluviais predominantes nos depósitos Quaternários, onde se apresentam os

movimentos de massa rápidos.

Na Figura 19, os valores individuais de cada amostra foram agrupados em dois diagramas, estes também de acordo com a procedência dos solos. Comparando-se os resultados obtidos entre esses dois diagramas, percebemos que os solos eluviais provenientes dos depósitos Terciários encontram-se distribuídos com mais representatividade na classe dos “argilo-sílticos”, enquanto os materiais aluviais provenientes dos depósitos Quaternários encontram-se distribuídos na classe das “areia-sílticas e dos síltico-argilosos.

As descrições dos volumes dos materiais encontrados na área de estudo se apresentam concordantes com a característica típica dos solos desenvolvidos sobre as rochas da Formação Solimões (Terciários) e dos Aluviões Holocênicos (Quaternários) predominantes na região, conforme já foi descrito no Capítulo I - A Natureza Singular de um Estado Amazônico.

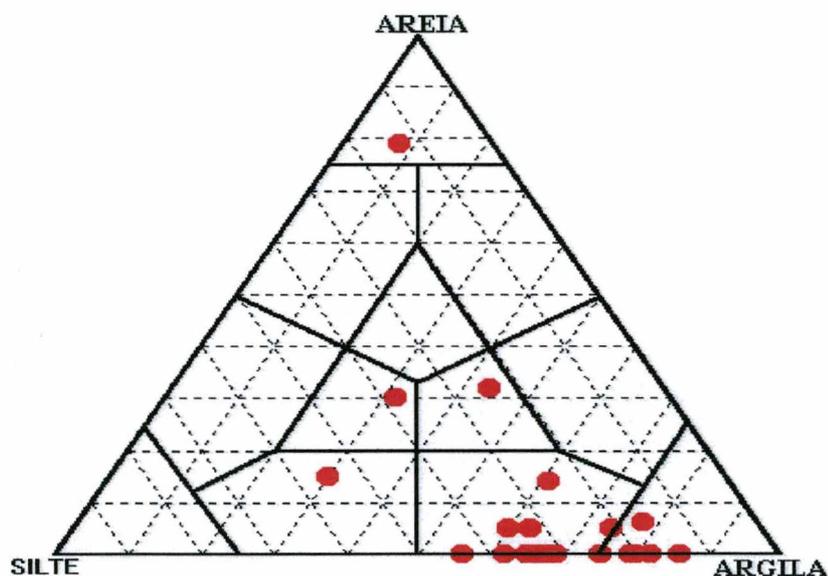
FIGURA 18 - Diagrama Triangular de Classificação dos Solos encontrados na área de estudo de acordo com a granulometria (Segundo SHEPARD, 1954)



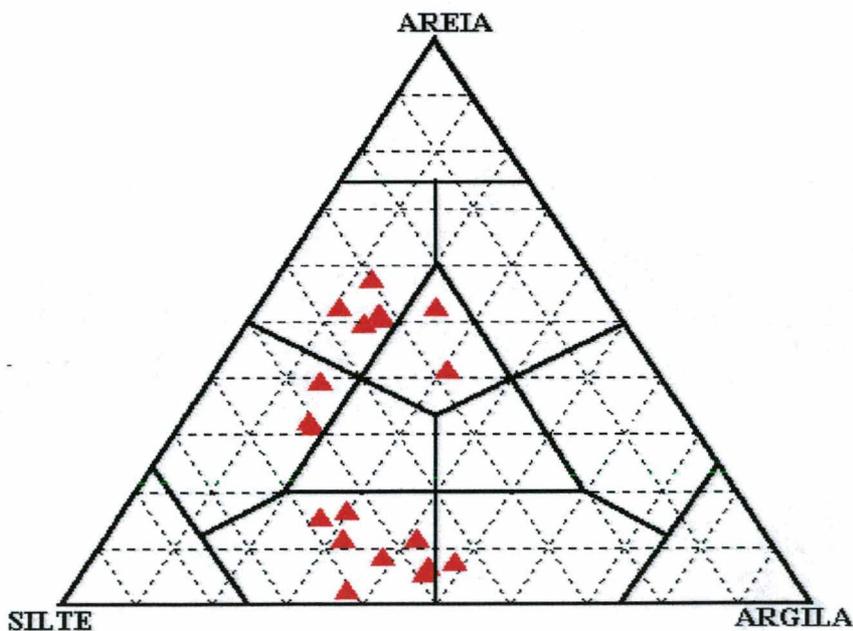
Fonte: Trabalho de campo realizado em julho de 1996 e maio/1997.

FIGURA 19 - Diagrama Triangular de Classificação dos Solos encontrados na área de estudo agrupados segundo a procedência de e acordo com a granulometria (Segundo SHEPARD, 1954)

a) Solos Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico provenientes dos Depósitos Terciários da Formação Solimões.



b) Solos Aluviais provenientes dos Depósitos Quaternários.



Fonte: Trabalho de campo realizado em julho de 1996 e maio/1997.

Embora não tenham sido executados ensaios de determinação dos limites de Atterberg, os resultados das análises apresentados até aqui sugerem tipos diferenciados de comportamento plástico para os materiais texturalmente distintos.

Os materiais provenientes dos depósitos Terciários, constituído por argilas e siltes apresentam um comportamento plástico mais próximo das argilas de baixa ou alta atividade, conferindo ao solo uma acentuada plasticidade e pegajosidade frente aos teores de argila, o que torna esses solos bastante susceptíveis à processos erosivos.

Por sua vez, os materiais oriundos dos depósitos Quaternários apresentam em sua composição granulométrica, conforme foi exposto anteriormente areia fina e silte em maior quantidade que os materiais dos depósitos anteriores, conseqüentemente apresentam menor plasticidade e maior permeabilidade.

Assim, teríamos que os materiais provenientes dos depósitos Terciários apresentariam quando secos, maior tenacidade e resistência e, frente a condições de umidade, menor permeabilidade que os materiais provenientes dos solos aluviais, os quais contrariamente se apresentam mais permeáveis, mais porosos e mais friáveis sob condições efetivas de saturamento.

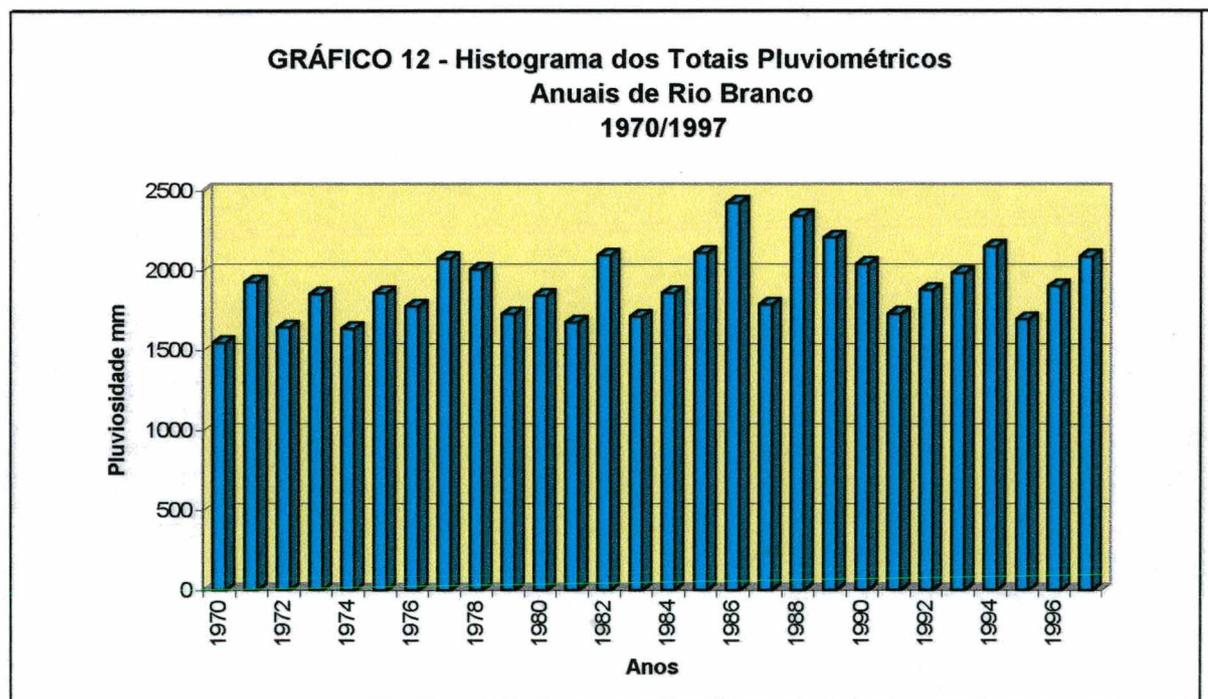
Desta forma, temos que esses diferentes materiais reagiriam distintamente sob condições de umidade. Os materiais argilosos e siltosos, dado a sua propriedade textural tornam-se mais plásticos e por serem mais coesos deformam-se sobre o próprio peso, escorregando sobre a rocha alterada com estrutura conservada menos permeável, mais compacta e mais resistente a força de cisalhamento originando os movimentos de massa lentos associados.

Por outro lado, os materiais siltosos e arenosos, principalmente apesar de possuírem fricção interna relativamente maior que os materiais argilosos são mais porosos,

mais permeáveis, mais friáveis. Estes materiais, uma vez submetidos a forte condições de saturamento perdem sua coesão por completo e se fragmentam, pois não há coesão avaliável capaz de oferecer resistência ao cisalhamento, caracterizando movimentos de massa rápidos e abruptos.

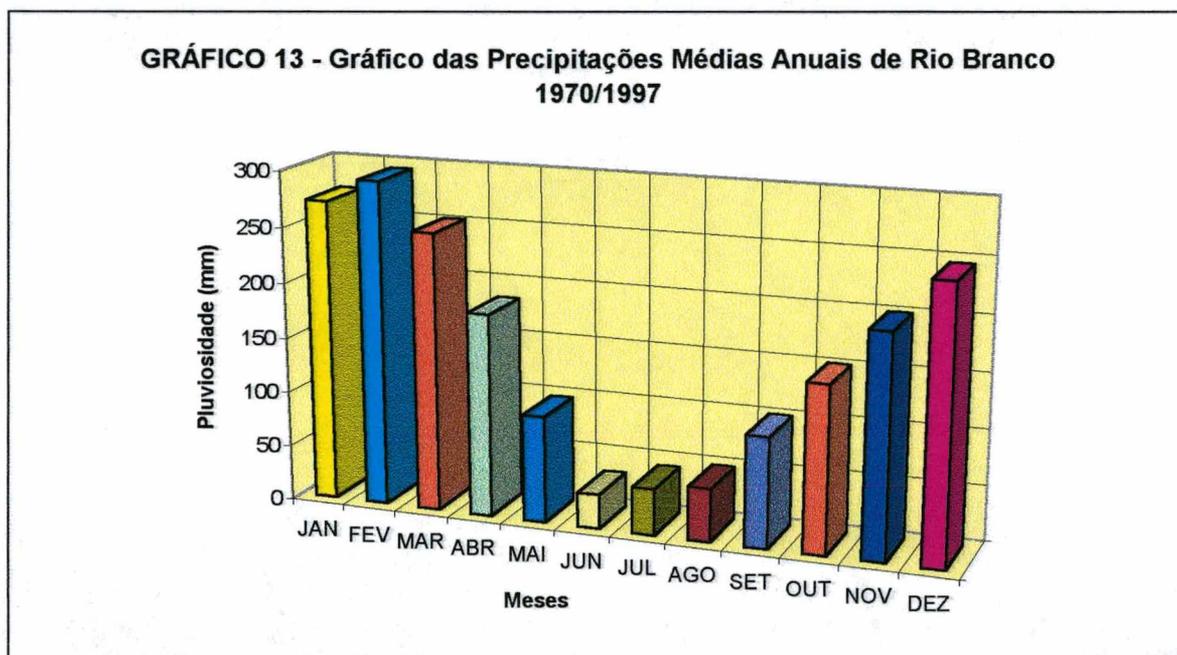
5.5. - Comportamento Hídrico da Área

Foram realizadas análises do regime pluviométrico no município de Rio Branco a partir dos dados fornecidos pela Estação Meteorológica da Universidade Federal do Acre. As análises basearam-se em dados coletados no período de janeiro de 1970 a dezembro de 1997. O Gráfico 12 demonstra os totais pluviométricos anuais referentes ao período mencionado. Neste gráfico se observam poucas variações pluviométricas ao longo desses 28 anos. A média anual para este período é de 1.910,30 mm, estando de acordo com o mapa de precipitação do Estado (Mapa 02), demonstrado no primeiro capítulo. Observa-se que precipitações anuais acima de 2.400 mm são raras, ocorrendo apenas uma única vez durante o período investigado.



Fonte: UFAC - Estação Meteorológica.

O Gráfico 13 demonstra as precipitações médias anuais para esse mesmo período analisado, onde observa-se uma evidente concentração pluviométrica entre os meses de novembro e março, caracterizando esse período como o mais úmido, e uma diminuição significativa dos totais pluviométricos médios anuais durante o trimestre formado pelos meses junho, julho e agosto, definindo os meses mais secos, enquanto os bimestres representados pelos meses de abril, maio e setembro, outubro caracterizam-se como períodos intermediários.



Fonte: UFAC - Estação Meteorológica.

Os percentuais médios anuais entre 1970/1997 demonstram que 56% das precipitações médias anuais encontram-se distribuídas entre os meses mais chuvosos, de novembro a março. Juntos, esses meses totalizam 66% do geral das precipitações, sendo que 16% dessas precipitações concentram-se no mês de fevereiro, 14% em janeiro e 13%

em março. Juntos, os demais meses apresentam apenas 34% dessas precipitações, sendo que o trimestre mais seco, representado pelos meses de junho, julho e agosto, apresenta apenas 6% desse total, e os bimestres abril, maio e setembro outubro, períodos intermediários, contribuem com 15% e 13% respectivamente.

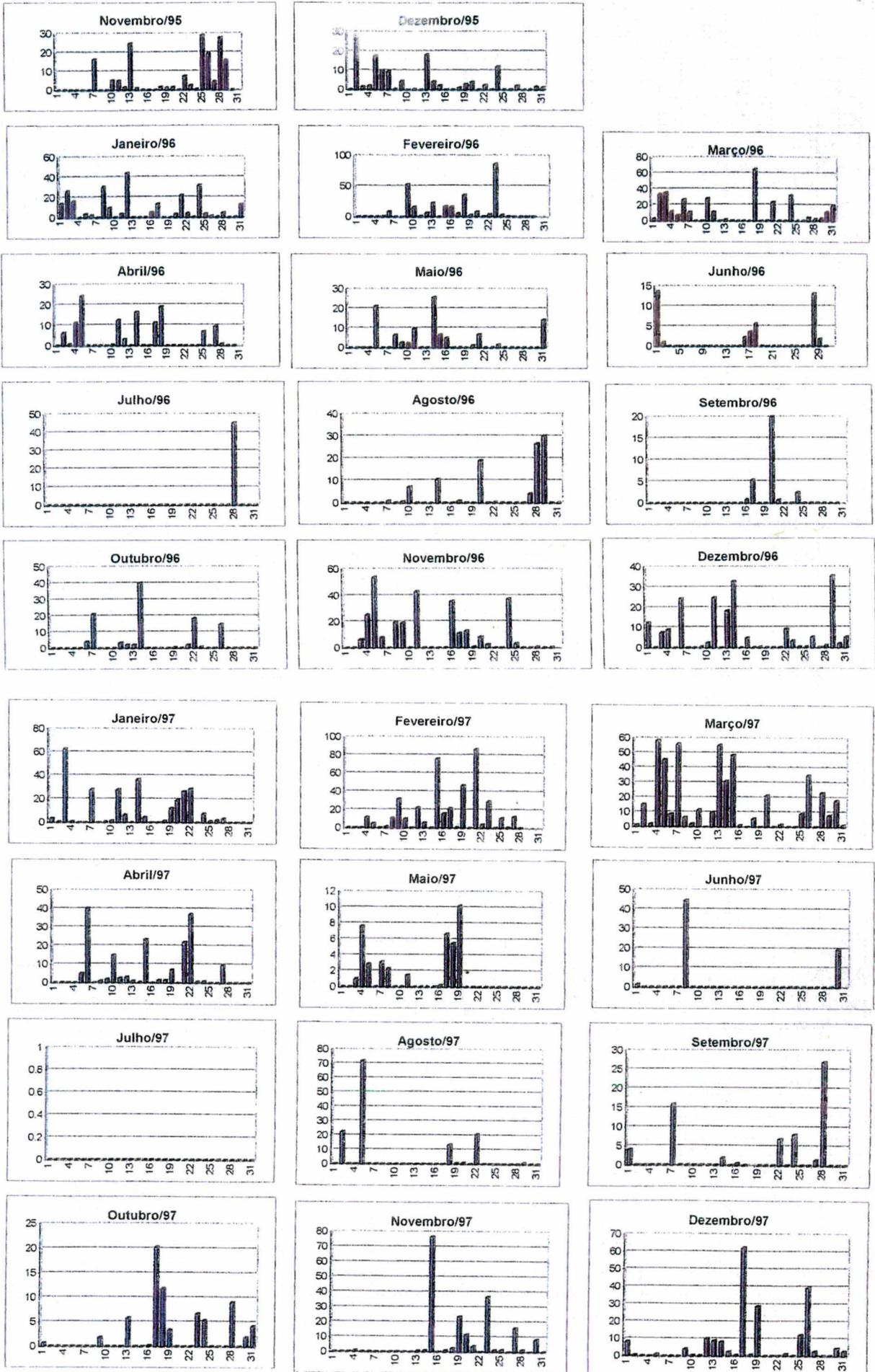
As maiores alturas pluviométricas registradas nesses 28 anos encontram-se acima de 400 mm, sendo a maior delas registrada em março de 1997, quando atingiu 475,20 mm. Precipitações superiores a 400 mm não são freqüentes e, quando ocorrem, situam-se entre os meses mais chuvosos, especificamente entre janeiro e março. As menores precipitações registradas ocorrem, principalmente, entre os meses de junho e julho. Durante esse período, apenas três vezes foram registrados meses sem nenhuma precipitação, e todas elas ocorreram no mês de julho, durante os anos de 1976, 1978 e 1997, enquanto a menor precipitação encontrada ocorreu em junho de 1979, quando registrou-se 1,4 mm.

Esta sazonalidade presente no regime pluviométrico local representa uma característica típica da distribuição da precipitação regional, que apresenta um período bastante úmido representado por intensas precipitações e um período mais seco, mas que sistematicamente apresenta chuvas distribuídas ao longo de todo o ano em maior ou menor intensidade.

Tal sazonalidade, conforme veremos a seguir no item 6.6 deste capítulo, irá influenciar sobremaneira o regime hidrológico da Bacia de drenagem do Rio Acre.

Se compararmos os dados das precipitações mensais durante o período de 1995/1997 através da Figura 20, notaremos que os meses mais chuvosos conforme temos demonstrado até aqui, situam-se entre novembro e março em destaque o mês de abril de 1997.

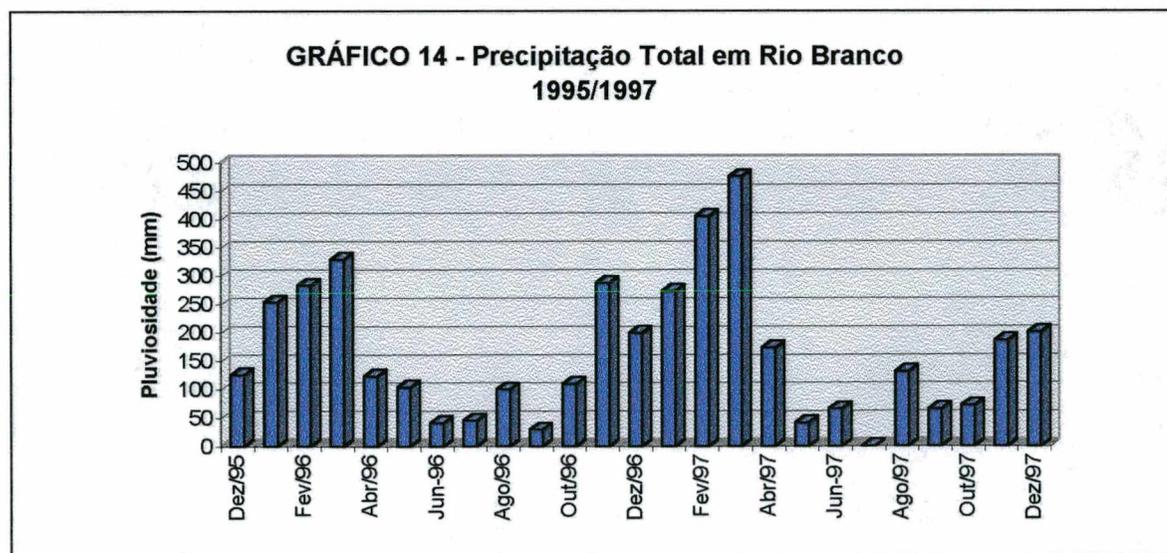
FIGURA 20 - Distribuição Pluviométrica Mensal da Área de Estudo durante o Período Monitorado



O Gráfico 14 a seguir demonstra os totais pluviométricos mensais entre 1995/1997. Nesse gráfico nota-se que o ano de 1997 se caracteriza como um ano atípico do ponto de vista pluviométrico. As chuvas ocorridas durante o mês de março apresentaram uma concentração de 475,20 mm, essa concentração conforme destacamos anteriormente foi o único registro para os 28 anos analisados. Durante este mês apenas em 7 dias não foi registraram nenhuma precipitação.

Outro aspecto interessante a ser destacado para o ano de 1997 é que ele contrastadamente mesmo apresentando o mês mais chuvoso também registrou o terceiro mês mais seco desses 28 anos, o mês de julho onde a precipitação registrada foi nula, isso só havia ocorrido conforme foi colocado anteriormente em julho de 1976 e julho de 1978.

Esse comportamento pluviométrico atípico durante esse ano e, em especial entre os meses de janeiro e abril contribuiu sobremaneira para que o sistema hidrológico desse uma resposta muito significativa do ponto de vista da elevação do nível das águas do Rio Acre conduzindo a maior cheia registrada nesses 28 anos.



Fonte: UFAC - Estação Meteorológica.

5.6. Funcionamento Hidrológico do Rio Acre

O Rio Acre, conforme foi apresentado no capítulo III, constitui o principal canal de sua Bacia de drenagem, que possui uma área de 33.468 km² e uma vazão média de 350m³/seg. É considerado um típico rio de ambiente tropical, que transporta abundante carga em suspensão e forma ao longo de seu curso meandros assimétricos alternados pela presença de segmentos retilíneos.

Apresenta uma alta variabilidade em seu caudal, que está intimamente relacionada à distribuição das precipitações ao longo do ano. Assim, o Rio Acre apresenta elevadas e bruscas subidas e descensos no regime de suas águas de acordo com a sazonalidade presente no regime pluviométrico regional, marcado por um período muito úmido e outro muito seco.

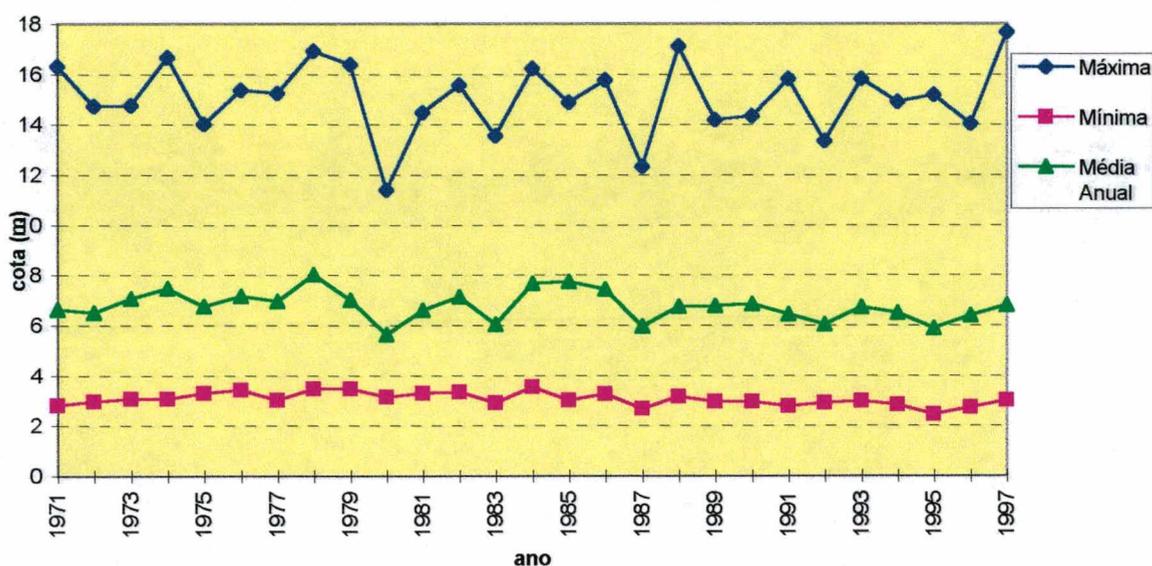
Os dados aqui apresentados foram coletados da Estação Hidrológica de Rio Branco e fornecidos pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC/ACRE) para o período de 1971/1997*.

O Gráfico 15 apresenta o nível das cotas máximas, mínimas e médias do Rio Acre para o período de 1971/1997. Este regime apresenta contrastes enormes entre os níveis máximos e mínimos. Essa variabilidade contrastada está influenciada pelo regime pluviométrico regional, onde observamos uma forte variação no nível de suas águas entre o período úmido (novembro/março) e o de estiagem (junho/agosto), conforme pode ser visto nos Gráficos 15, 16 e 17.

* Os dados referentes aos anos entre 1995/1997, conforme já foi exposto anteriormente, encontram-se em folhas avulsas.

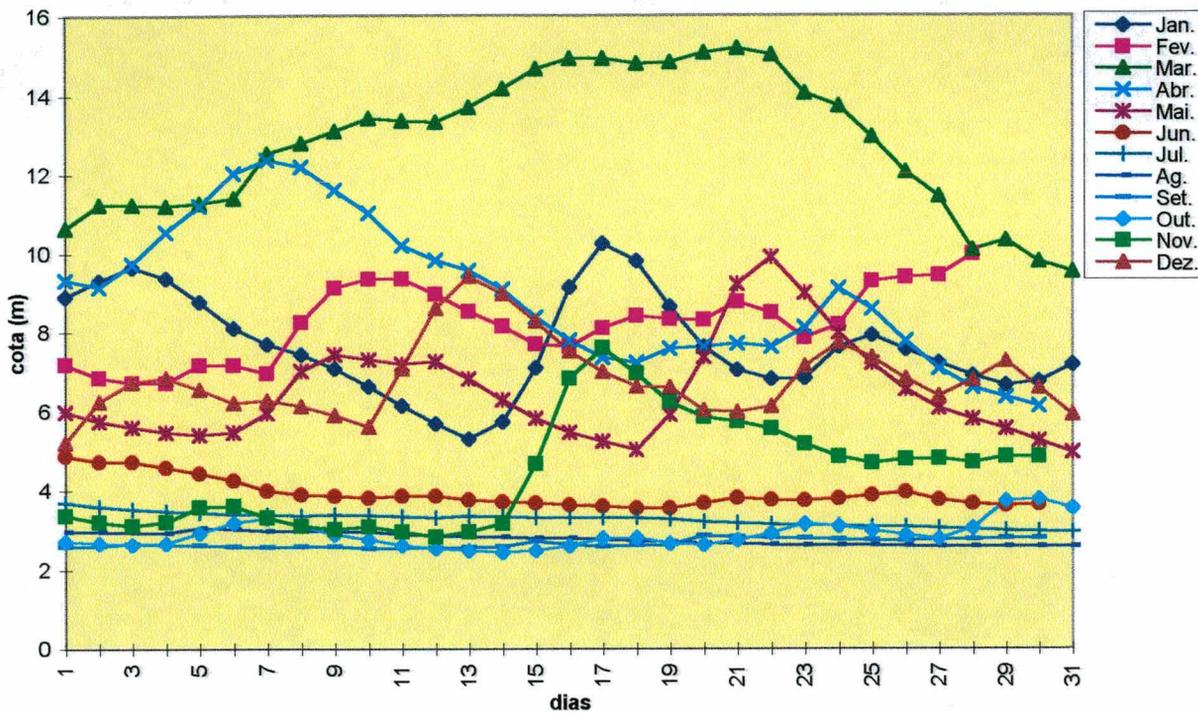
A média das cotas anuais para o período mencionado foi de 15.06 m para os níveis máximos e 3.05 m para os níveis mínimos, enquanto a média anual para este mesmo período foi de 6.76 m.

GRÁFICO 15 - Gráfico do Níveis Máximos e Mínimos do Rio Acre e Médias Anuais do Rio em Rio Branco 1971/1997



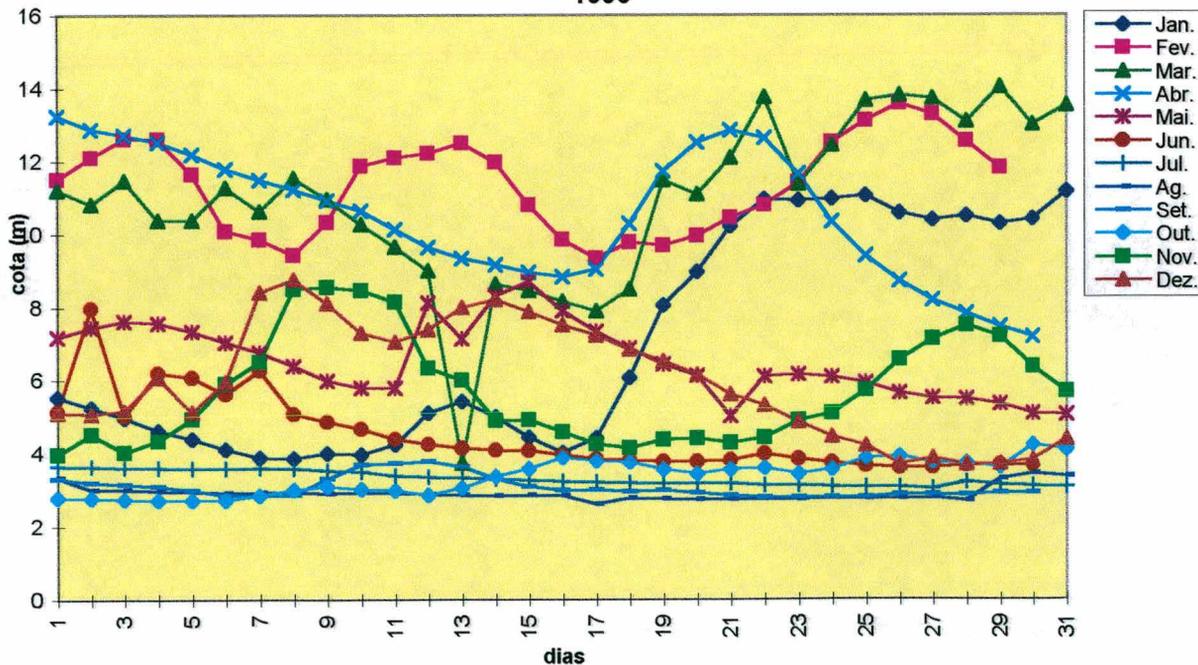
Fonte: Governo do Estado do Acre - CEDEC.

GRÁFICO 16 - Gráfico Anual dos Níveis das Águas do Rio Acre em Rio Branco 1995



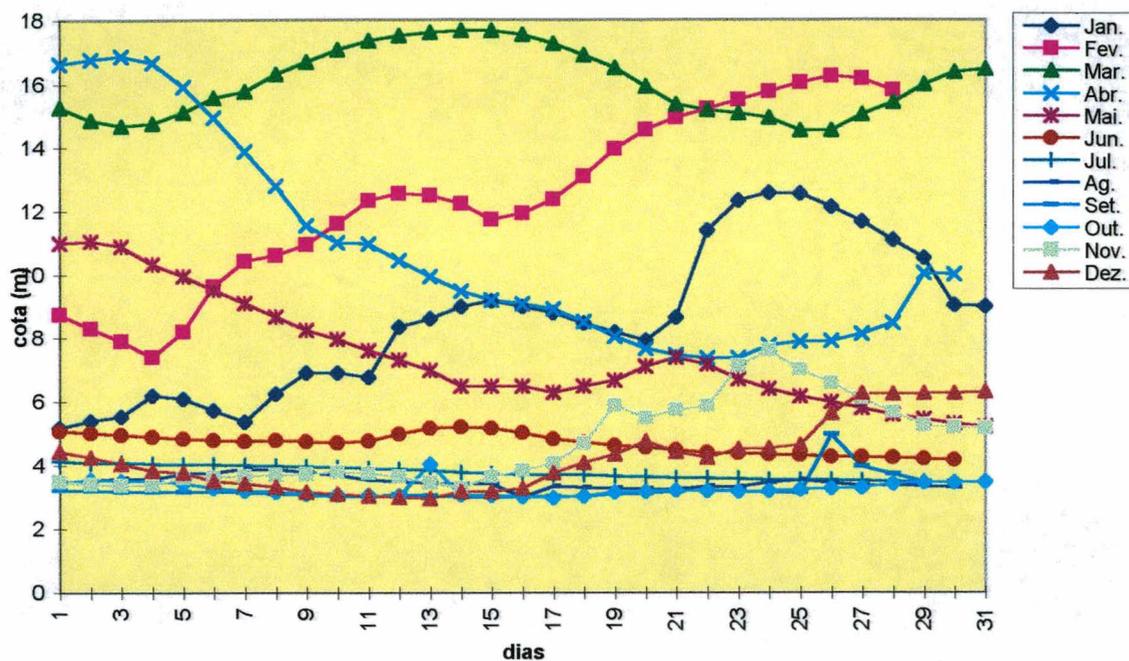
Fonte: Governo do Estado do Acre - CEDEC.

GRÁFICO 17 - Gráfico Anual dos Níveis das Águas do Rio Acre em Rio Branco 1996



Fonte: Governo do Estado do Acre - CEDEC.

GRÁFICO 18 - Gráfico Anual dos Níveis das Águas do Rio Acre em Rio Branco 1997



Fonte: Governo do Estado do Acre - CEDEC.

A análise da relação entre os dados de precipitação, regime hidrológico e o material presente na área de estudo auxilia na explicação dos mecanismos desencadeadores dos diferentes movimentos de massas presentes na área, conforme veremos a seguir.

Capítulo VI

6. HIPÓTESES SOBRE A EVOLUÇÃO DA FORMA DAS CICATRIZES ESTUDADAS

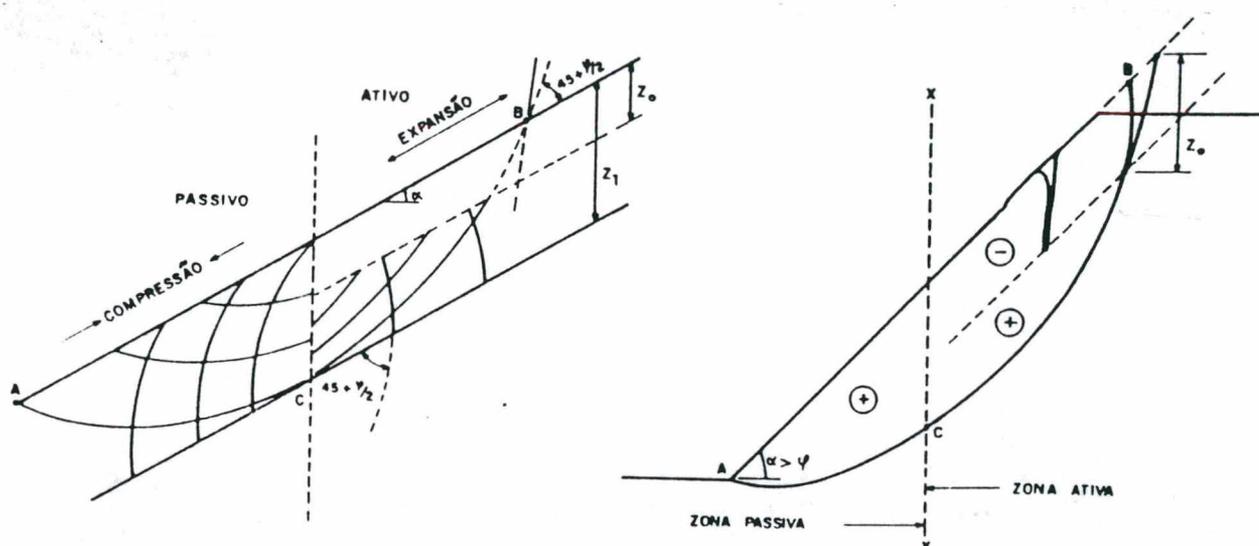
6.1. Principais Hipóteses

a) Mudanças nas condições de estabilidade

As mudanças nas condições de estabilidade se caracterizam como causas externas responsáveis pelo desencadeamento dos movimentos de massa, pois as modificações introduzidas por erosão fluvial nas margens de rios retiram parte de sua massa de solo ou rocha, promovem sua instabilidade e modificam a geometria do jogo de forças que as mantêm em equilíbrio.

Estas mudanças provocam um aumento das tensões de cisalhamento e uma diminuição das forças de resistência ao cisalhamento. Desta forma teríamos o ângulo de inclinação maior que o ângulo de atrito interno do material e, portanto, a existência de empuxo passivo na porção inferior, como pode ser observado na Figura 21, a seguir.

FIGURA 21 - Representação Esquemática em uma Zona de Ruptura



O sinal + assinala zonas de empuxo passivo, sujeitas à compressão. O sinal — marca zonas de empuxo ativo, sujeitas à tração.

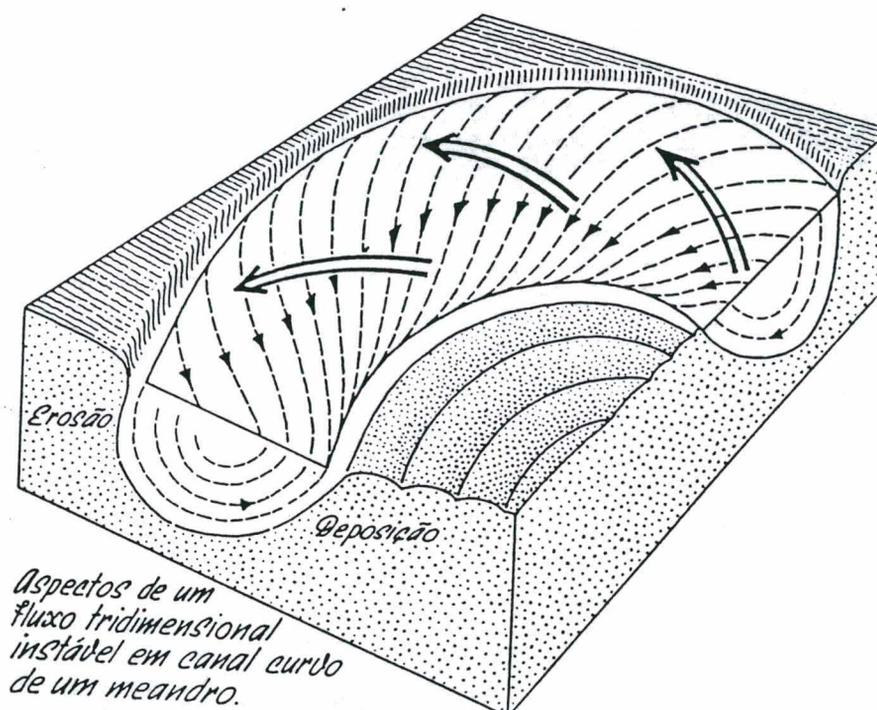
Fonte: GUIDICINI e NIEBLE, 1976.

Consequentemente, na porção superior de terrenos íngremes surgem fendas de tração, enquanto a base do material que compõe o terreno sofre compressão.

No caso da área de estudo, a instabilidade maior é provocada pelo solapamento basal da porção côncava do meandro ativo. SUGUIO & BIGARELLA (1990) indicam que esta instabilidade presente na elaboração do meandro age de forma tridimensional e é produzida por um único vórtice espiral, como pode ser notado na Figura 22. Quanto ao padrão, os fluxos num canal meandrante estão intimamente relacionados com

a formação das barras do meandro, uma vez que o fluxo, neste caso, é helicoidal e acompanha a super-elevação do nível da água junto à margem côncava (Fig. 23), graças ao desvio do eixo de velocidade máxima no centro do canal. Assim, o máximo da intensidade do fluxo ocorre à margem côncava íngreme, diminuindo junto à margem convexa onde encontram-se as barras do meandro.

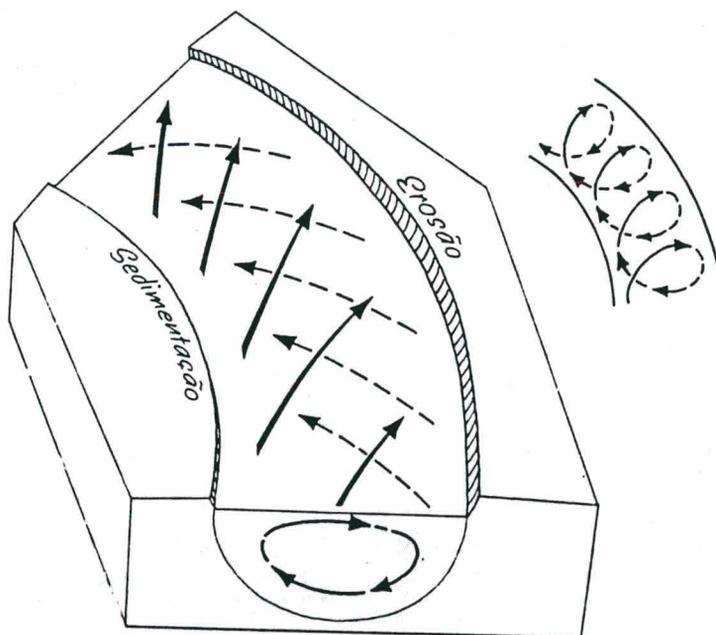
FIGURA 22 - Bloco Diagrama Ilustrando Aspectos de um Fluxo Tridimensional Instável em um Canal Curvo de um Meandro



- Instabilidade tridimensional esquemática produzida por um único vórtice espiral na curva do meandro.

Fonte: SUGUIO e BIGARELLA (1990)

FIGURA 23 - Bloco Diagrama Ilustrando Fluxo Helicoidal numa Curva de Meandro Acompanhado da Superelevação do Nível de Água junto a Margem Côncava



- Seta cheia indica o sentido do movimento d'água na superfície e seta interrompida indica o sentido do movimento da água no fundo do canal.

Fonte: SUGUIO e BIGARELLA (1990)

Frente à presença intensificada das taxas de erosão sob a margem côncava, que em geral apresenta materiais mais coerentes e mais compactos, observa-se a ocorrência de movimentos de massa, pois a presença de materiais menos coerentes em profundidade facilita o solapamento basal, tornando os materiais mais suscetíveis a esses processos.

Tais observações podem ser evidenciadas na área em foco, onde o solapamento basal mais pronunciado na margem côncava e menos na porção convexa do meandro promove a instabilização da massa rochosa. Isso decorre de que, ao erodir a porção inferior do barranco, o rio Acre provoca modificações no jogo de forças que garantiam a sua estabilidade, permitindo a diminuição da força de resistência, enquanto

aumentam as tensões de cisalhamento.

Neste momento, os índices de coesão e atrito interno do material tendem a diminuir e, ao longo de uma dada superfície que apresente um plano potencial de escorregamento, ocorrerá o colapso generalizado do material.

Em função destas características evidenciamos a presença diferenciada de movimentos de massa na área de estudo, pois, enquanto na porção côncava do meandro o limiar de resistência do solo é alcançado quando o material sofre uma queda de coesão em uma determinada superfície do terreno, uma vez que a força de atrito entre as partículas não foi capaz de anular por completo a força de cisalhamento, o material escorrega sobre um plano de ruptura definido, gerando movimentos do tipo escorregamentos (*slumps*).

Por outro lado, nas porções do colo do meandro os processos erosivos por cavitação, desencadeados durante cheias excepcionais, atuam de forma mais diferenciada.

A ação erosiva, neste caso, ao atingir as baixas barrancas formadas por materiais essencialmente siltosos e arenosos, promove um plano de cisalhamento próximo ao vertical. O esforço de tração promovido pela força de atrito das águas provoca a perda de coesão do pacote que, uma vez desequilibrado, fragmenta-se, em muitos casos totalmente, caracterizando-se num abrupto e rápido movimento de massa do tipo desmoronamento.

Desta maneira, os movimentos de massa descritos estariam, como bem concluiu MEIS (1968) ao presenciar estes fenômenos nas margens do Médio Amazonas, relacionados a dois conjuntos de forças: a força de cisalhamento ligada à própria dinâmica do rio e a resistência ao cisalhamento oferecida pelos materiais dos barrancos. Ressaltando ainda que esta resistência depende, fundamentalmente, das propriedades físico-químicas e do teor de umidade presentes no material.

Infere-se, portanto que a diferenciação dos movimentos de massa na área de estudo deve-se, dentre outros fatores:

- a) ao tipo de material presente em suas margens;
- b) ao caráter meandrante do Rio Acre, no setor estudado, e ao seu regime hidrológico;
- c) às elevadas precipitações registradas na área, responsáveis pela saturação do material e pela formação do “limite crítico” para o qual o material torna-se instável e pode ser deslocado.

Como resultado deste processo, verifica-se em campo que a superfície do barranco mobilizado na porção côncava do meandro encontra-se rebaixada em relação à parte do barranco mais próxima ao rio, formando escarpas quase verticais. Nesse setor, o material mobilizado encontra-se, geralmente, mais de 100 metros distante do banco externo do meandro onde tem origem a erosão basal. Os movimentos de massa aqui presentes se apresentam como movimentos de massa lentos do tipo escorregamentos rotacionais associados a fluxos de terra.

A porção convexa do meandro, formada pelas baixas barrancas, apresenta diferenças tanto no que se refere à distância em que este material é mobilizado quanto à velocidade do deslocamento, pois, nesse caso, esse tipo de movimento de massa se apresenta muito rápido, caracterizando um típico desmoronamento presenciado diretamente na parede da barranca.

b) Elevação das águas do Rio Acre

A influência desse mecanismo ocorre ao longo da porção côncava do meandro em duas situações distintas; a primeira acontece à medida que as águas do Rio Acre sobem, promovendo uma infiltração lateral que é acrescida da infiltração das águas da chuva, que elevam o nível piezométrico, aumentando a pressão da água entre os poros, provocando a queda de coesão e diminuição do ângulo de atrito interno entre as partículas do solo (pressão positiva), ocasionando o colapso de uma dada superfície do terreno.

A segunda situação é verificada a partir do momento em que as águas do Rio Acre começam a baixar rapidamente e não é acompanhada, na mesma razão, pela superfície piezométrica. Então, o escoamento se inflete na direção do canal, havendo uma descompressão, um alívio de carga provocado pela migração da água em direção ao rio, promovendo a instabilidade e colapso generalizado do material.

Podemos aferir frente a estas observações dois momentos de ocorrência no colapso do material presente neste setor do meandro. O primeiro, quando há uma queda da coesão e diminuição do ângulo de atrito interno e, o segundo, quando a água que antes preenchia os poros e exercia forte pressão entre as partículas migra lateralmente em direção ao canal, provocando um alívio de carga no material constituinte, pois, conforme TERZAGHI (1980), o nível da superfície piezométrica não acompanha a descida do nível das águas do rio e o fator de segurança (força de resistência ao cisalhamento) é rompido ocasionando o colapso em uma dada superfície do terreno.

Estas duas situações caracterizam os movimentos de massa lentos associados localizados ao longo da porção côncava do meandro.

c) Rebaixamento rápido do lençol de água

Esta expressão foi utilizada por TERZAGHI (1980) para designar o “abaixamento rápido do lençol de água” em reservatórios ou margens de rios, na razão de pelo menos um (01) metro por dia após uma enchente.

O efeito resultante deste mecanismo sobre a estabilidade das margens de um rio indica que, havendo o abaixamento do nível de um corpo d’água de forma lenta, o nível do lençol no interior de elevações contíguas ou margens de rios permanecerá horizontal, descendo na mesma razão que o nível das águas do rio com a superfície piezométrica estando próxima da base das margens fluviais. Neste caso, a resistência média do cisalhamento será equivalente à força de cisalhamento exercida pelo nível das águas do rio que será baixa, pois os potenciais hidráulicos são baixos, garantindo um fator de segurança e, conseqüentemente, a estabilidade do material.

Contrariamente, havendo um rebaixamento rápido do nível do corpo d’água, *“... a descida da superfície piezométrica não acompanha a do nível de água livre e no fim do abaixamento esta superfície se eleva a partir do pé do talude [...] cortando a superfície potencial de escorregamento situado muito acima deste ponto”*, (TERZAGHI, 1980, p.17), promovendo a instabilidade do material, pois os potenciais hidráulicos serão altos, como vemos na Figura 24, a seguir. Esta figura demonstra uma secção vertical de uma superfície parcialmente submersa. A superfície potencial do escorregamento é indicada pelo arco a c de um círculo. Onde:

w = pesos do segmento a b c, sólido e água combinado por unidade de comprimento;

l = comprimento do arco a c;

c = coesão do material;

ϕ = ângulo de atrito interno do material;

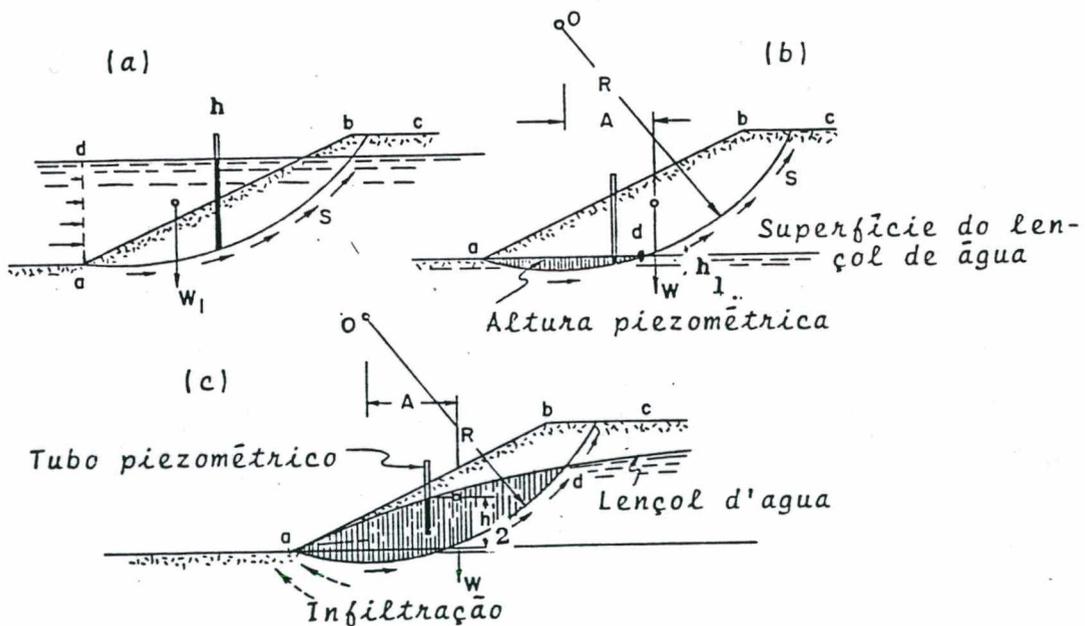
p = pressão unitária média na superfície de escorregamento a c devido ao peso w do segmento a b c;

h = altura piezométrica num ponto qualquer da superfície potencial de escorregamento, num tempo qualquer;

h_1 = altura piezométrica média na superfície de escorregamento, após um abaixamento muito lento do lençol d'água e;

h_2 = como h_1 , mas para um abaixamento rápido do lençol d'água.

FIGURA 24 - Diagramas mostrando o Efeito do Abaixamento Rápido do Nível d'água na Estabilidade de superfícies Temporariamente Submersas



Fonte: TERZAGHI (1980)

- a) Seção da superfície anterior ao abaixamento;
- b) Forças que agem sobre o solo acima da superfície do escorregamento depois de um abaixamento lento;
- c) Depois de abaixamento rápido. As linhas pontilhadas indicam a direção da infiltração.

Observa-se que este mecanismo é inteiramente válido para a situação encontrada na área de estudo considerada neste trabalho.

Ao longo do colo do meandro nas baixas barrancas o fenômeno dos movimentos de massa possuem uma manifestação mais intensa durante as cheias anuais e, especialmente, durante cheias excepcionais, conforme foi constatado ao longo deste estudo, pois ocorre nesse período uma aceleração da erosão fluvial através do processo de cavitação que se apresenta variável conforme a vazão do canal, quando este se eleva.

Verificou-se, durante o período da última enchente (1997), que parte da margem direita onde localizam-se as baixas barrancas (porção do colo do meandro) foram completamente cobertas pelo nível das águas do Rio Acre, que esteve 3,66 m acima da cota de transbordamento, como será visto ainda nesse item, submetendo o material ali presente a um intenso processo de saturamento que já vinha ocorrendo em função das elevadas precipitações, registradas na área entre os meses de dezembro/96 e abril/97, momento de ocorrência do fenômeno.

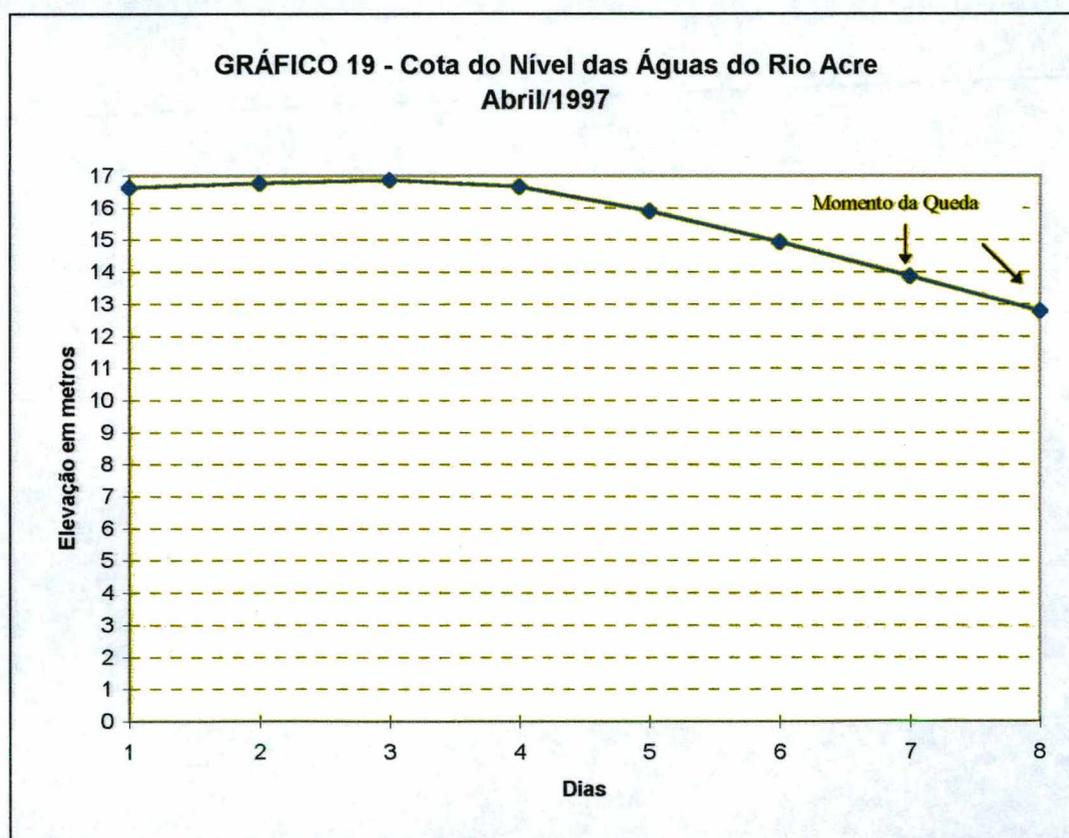
Esta afirmativa pode ser aferida se considerarmos que durante o mês de abril, entre os dias 06 e 07 e 07 e 08, o Rio Acre teve uma queda de nível da vazão muito rápida, de 1,07 m e 1,08 m respectivamente, momentos em que ocorreram três movimentos de massa na área. Observando a Tabela 08 mais atentamente, veremos que entre o dia 01 de abril e o dia 08 de abril, momento do último deslocamento de massa, o nível das águas do

Rio Acre baixou 3,84 m, conforme pode se observar no Gráfico 19 e na Tabela 08 mencionada anteriormente.

TABELA 08 - Cota do Nível do Rio Acre
Abril/1997

Dia	Cota
01	16,62
02	16,76
03	16,85
04	16,66
05	15,90
06	14,93
07	13,86
08	12,78

Fonte: Governo do Estado do Acre - CEDEC, 1997.



Fonte: Governo do Estado do Acre - CEDEC, 1997

Com base nessas observações conclui-se que o abaixamento muito rápido do nível das águas do Rio Acre durante a última cheia de 1997 foi o mecanismo responsável pela instabilidade das baixas barrancas situadas no colo do meandro, ocasionando o colapso generalizado, caracterizado pelo deslocamento abrupto e rápido dos materiais constituintes dessas barrancas.

d) Magnitude e frequência da precipitações

Muitos são os trabalhos que discutem que a incidência de movimentos de massa está intimamente relacionada com as precipitações, especialmente em regiões tropicais onde as condições de umidade são particularmente favoráveis à deflagração de eventos dessa natureza (LUMB, 1978; WOLLE & CARVALHO, 1989; THOMAS, 1994; SELBY, 1990, LUIZ, 1996, XAVIER, 1996; KELLER, & KONDOLF, 1990; dentre outros).

As precipitações registradas durante o período de ocorrência desses fenômenos, na área em foco, atuam de forma indireta, contribuindo para o saturamento do material e a geração de poro-pressões positivas que, aliadas à dinâmica meandrante do rio e à elevação do nível de suas águas, são responsáveis pela instabilidade do material e o desencadeamento dos movimentos de massa.

As observações durante o período analisado (1970/1997) indicaram que chuvas associadas de intensidade fraca a moderada e de longa duração, igual ou superior a 12 mm/h, podem indicar uma linha de instabilidade na área de estudo. No entanto, não foi possível precisar exatamente um “limite crítico” de saturamento do material que seria capaz de favorecer o desencadeamento do processo.

Durante a análise dos dados não se observou nenhuma relação direta entre a intensidade e duração das chuvas e o colapso do material. As chuvas de intensidade fraca a moderada e de longa duração, acumuladas das últimas 48 h ao colapso do material, seriam responsáveis pela elevação do lençol freático e pela geração de poro-pressões e, conseqüentemente, pela queda no ângulo de atrito interno e coesão aparente dos solos siltosos e argilosos desenvolvidos sobre rochas da Formação Solimões e siltosos e arenosos dos depósitos sedimentares Quaternários presentes na área, tornando-os mais susceptíveis a processos erosivos, especialmente aos movimentos de massa.

Com relação ao dia da ocorrência, este também não apresentou um padrão definido, pois tanto podem ocorrer deslocamentos em dias de precipitações como em dias que não foi registrada nenhuma pluviosidade, deixando claro que os responsáveis mais diretos pelos movimentos de massa são o saturamento dos materiais, o nível do lençol freático e o rio. A elevação das águas do Rio Acre representa outro indício de instabilidade, pois quando ele atinge o nível igual ou superior a 12 metros pode ocorrer movimentação do material, já que as percolações laterais aumentam ainda mais o saturamento do material em suas margens.

Contudo, podemos dizer que, na área objeto deste estudo, as ocorrências dos movimentos de massa são mais esperadas durante os meses mais chuvosos, especialmente entre os meses de janeiro e abril, e menos prováveis para os períodos mais secos, o que não significa dizer que estes não possam vir a acontecer, embora não se tenha registrado nenhum episódio durante o período monitorado. Assim, na escala espaço-temporal, os maiores riscos de ocorrência dos fenômenos de deslocamento estão relacionados às características sazonais em que a presença de materiais saturados facilitam a deflagração do processo.

e) Geração de poro-pressões e diminuição da coesão aparente

Conforme observou-se anteriormente, a água representa o principal fator coadjuvante no desencadeamento dos processos de instabilidade identificados ao longo das margens do Rio Acre no trecho considerado neste estudo. Isso decorre de que ela atua de diferentes maneiras, sendo capaz não só de erodir o material em superfície, como também tem a capacidade de diminuir a resistência dos materiais do solo através de poro-pressões, pois ao ocupar os vazios do solo diminui a fricção e coesão aparente do material, especialmente durante chuvas intensas de curta ou média duração, capazes de promoverem a saturação dos materiais pela queda de coesão aparente, estabelecendo condições internas que possibilitam o desencadeamento de movimentos de massa.

Na área, a saturação do material e geração de poro-pressões ocorrem através das infiltrações verticais das precipitações, facilitadas pelas fendas oriundas de rastejo e das infiltrações laterais ocasionadas pela elevação do nível das águas do rio durante o período das cheias.

Assim, é comum, mesmo muito tempo depois de ocorrerem eventos pluviométricos, se encontrarem condições artesianas ao longo do perfil, como foi presenciado em campo durante as sondagens realizadas na cicatriz MB1, sugerindo que o plano de ruptura do deslocamento ocorre, essencialmente, sob o material mais permeável que escorrega sob uma camada de material menos permeável da rocha com estrutura conservada, pois esta cicatriz, como vimos no capítulo V, é constituída por volumes de solos silto-argilosos bastante compactos e pouco permeáveis, volumes de solos bastante argilosos muito permeáveis, bastante hidromorfizados e muito plásticos que repousam sobre os volumes de solos silto-argilosos muito secos, muito compactos e não permeável por

onde as camadas superiores escorregam.

f) Influência do escoamento subterrâneo sob o banco de erosão

O escoamento subterrâneo joga um importante papel na erosão de bancos de rios, constituindo-se num dos processos geomorfológicos mais importantes do sistema fluvial, pois se apresenta como um dos principais processos envolvidos na migração e formação de planície de inundação por migração lateral (KELLER & KONDOLF, 1990; LEOPOLD et al., 1964).

KELLER & KONDOLF (1990) apontam inúmeros fatores que podem influenciar na erosão de bancos de rios, dos quais se destacam: a geometria do canal (largura/profundidade, altura e ângulo dos bancos); duração e intensidade de chuvas ao longo do ano; composição dos materiais constituintes dos bancos; força de resistência; características do fluxo (magnitude, frequência e duração da descarga); força de tensão, intensidade da turbulência; a presença de água nos bancos, especialmente aqueles relacionados à força de infiltrações, piping e conteúdo de umidade nos bancos.

Muitos trabalhos têm-se detido na compreensão do papel desempenhado pelo escoamento subterrâneo nos processos erosivos. Trabalhos como de TWIDALE (1964) destacam o papel que a erosão por salpicamento e por túnel desempenham no sentido de facilitar e/ou acelerar a erosão local de bancos de rios. LAWLER (1987) procurou explicar como a migração de umidade em subsuperfície é significativa na preparação da erosão dos materiais em bancos de rios.

Um importante trabalho foi desenvolvido por HAGERTY (1990) no Rio Ohio, onde percebeu-se a relação entre a presença da água após uma cheia na saturação do

material constituinte dos bancos e os episódios de desmoronamentos. O modelo proposto a partir dessas observações indicou estarem os mecanismos de quedas produzidos nos bancos do rio Ohio relacionados à variação e rapidez do escoamento subterrâneo, bem como seu papel na saturação do material, na queda nos limites de coesão aparente e aumento das tensões de cisalhamento, provocando o aumento significativo do gradiente hidráulico e facilitando o arraste do material mais saturado e menos coeso.

Correlacionando estes elementos aqui apresentados e aplicando-os à área de interesse deste trabalho, notou-se certas semelhanças nas feições resultantes deste processo junto às barrancas do Rio Acre, especialmente durante o período da última cheia (1997).

Os materiais encontrados nestas barrancas apresentam uma seqüência de solos silto-argilosos e argilosos mais coesivos no topo e na base das barrancas, enquanto a maior parte do pacote é formada por solos aluviais constituídos por siltes e areias pouco coesos, conforme pôde ser observado no capítulo V, onde foi feita a caracterização dos materiais presentes na área de estudo. O fluxo do escoamento subterrâneo localizou-se entre a descontinuidade do pacote menos coeso, constituído por materiais de silte e areia depositados pelo rio (sedimentos Quaternários), e o material mais coeso e consistente dos depósitos Terciários da Formação Solimões.

No limite entre estes dois pacotes ocorreu a remoção das camadas de siltes e areias por escoamento subterrâneo, pois camadas mais coesivas e consistentes da Formação Solimões, constituintes da base do pacote, oferecem maior resistência à erosão pelo rio, enquanto as camadas de silte e areia proporcionaram o solapamento e o colapso das camadas coesivas acima delas. Sob este aspecto verificou-se que essa camada intermediária foi removida pelo escoamento subterrâneo em direção ao rio, produzindo o colapso do material que repousava sobre ela.

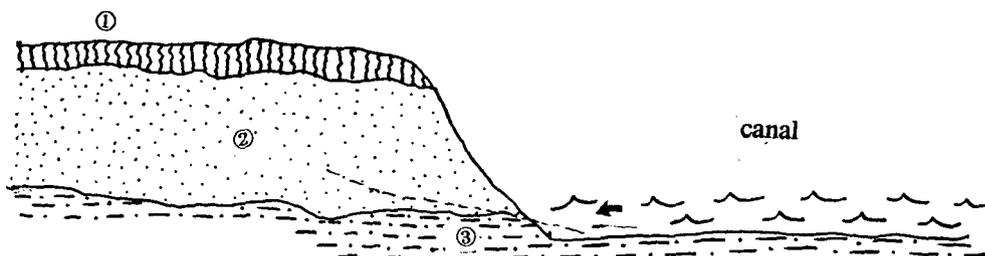
Hipoteticamente, aplicando a mesma metodologia utilizada para o Rio Ohio, teríamos que: os mecanismos de quedas verificados nas barrancas do Rio Acre resultariam do desequilíbrio entre o nível do escoamento subterrâneo e o nível das águas do rio.

Assim, enquanto o nível do escoamento subterrâneo nas baixas barrancas encontrou-se no mesmo nível do lençol d'água do rio, o banco do canal esteve ajustado, havendo estabilidade. Contrariamente, com a inundação rápida e transbordamento do canal, houve o saturamento do material e um recarregamento das camadas de silte e areia. A vazão rápida do canal fez com que o nível do fluxo de escoamento subterrâneo caísse abaixo do nível das camadas de silte e areia, proporcionando uma falha de tensão nas camadas superiores. Assim, o fluxo do escoamento removeu as camadas de silte e areia, induzindo o colapso generalizado das camadas superiores. Isso é possível, devido a descontinuidade textural existente entre as camadas. Note-se que é exatamente no limite entre o material mais coeso e consistente da Formação Solimões e o material mais friável e menos coeso dos depósitos aluviais que ocorre a remoção do material.

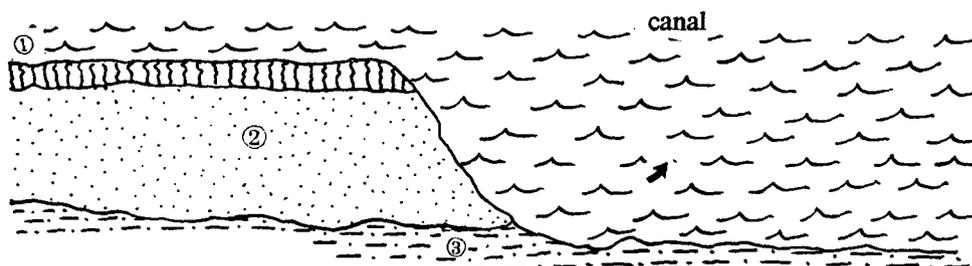
Essa hipótese também está de acordo com aquela indicada por TERZAGHI (1980) e já apresentada no **Item C** desse capítulo, sobre a instabilidade ocasionada em reservatórios ou margens de rios com o abaixamento rápido do lençol d'água.

A Figura 25 ilustra um modelo hipotético para o mecanismo de falha responsável pela ruptura e queda do material nas barrancas do Rio Acre descrito nesse capítulo.

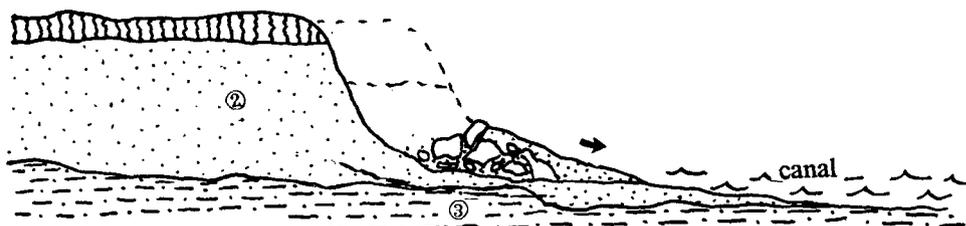
FIGURA 25 - Modelo Hipotético Responsável pela Ruptura nas Barrancas do Rio Acre



a) equilíbrio entre o nível do escoamento subterrâneo e o nível das águas do canal garantem a estabilidade de suas margens.



b) o transbordamento do canal promove o saturamento do material e o recarregamento das camadas intermediárias.



c) a queda brusca do escoamento subterrâneo abaixo do nível das camadas arenosiltosas, provoca uma falha de tensão no material, sobretudo na camada intermediária que é removida por erosão do fluxo subterrâneo induzindo o colapso generalizado do pacote.

- | | |
|---|---|
| ① | volume silto-argiloso |
| ② | volume areno-siltoso e/ou silto/arenoso |
| ③ | volume argiloso (Formação Solimões) |

g) Diminuição dos parâmetros de resistência dos materiais por intemperismo

O processo de desintegração de rochas ou solos na superfície terrestre por ação de processos físicos, químicos e biológicos corresponde ao intemperismo. (SELBY, 1990). Este processo promove o enfraquecimento gradual do material, especialmente por ação química através da remoção de seus elementos com função de cimentação, graças ao desenvolvimento da formação de uma rede de microfaturas no material que não os possui. Esse enfraquecimento se traduz numa diminuição dos parâmetros de resistência: coesão aparente e atrito interno (GUIDICINI e NIEBLE, 1976).

Neste sentido, os processos intempéricos adquirem uma significativa importância, uma vez que passam a atuar como um “ mecanismo de gatilho ” para o desencadeamento de muitos processos erosivos, inclusive movimentos de massa, visto que sua ação sobre os materiais torna-os fragilizados e mais sujeitos à perda de resistência e estabilidade, portanto mais suscetíveis à ação desses processos erosivos (GUERRA, et al., 1996).

A área de estudo pode ser considerada um exemplo típico deste processo, em que os parâmetros de resistência já mencionados estão intimamente correlacionados ao índice de alteração promovido pelo teor de adsorção de água, pois os solos, como já foi visto no capítulo I sobre a Natureza Singular de um Estado Amazônico, estão submetidos à influência direta do fator climático, expresso por elevadas e altas precipitações ao longo do ano que permitem a ação de um intenso intemperismo químico.

Assim, quanto maior o índice de alteração menor será o grau de coesão e ângulo de atrito interno dos materiais e, por conseguinte, menos estáveis se encontrarão os materiais, pois o fator de segurança e equilíbrio dos solos diminuem gradualmente até que se atinja um limite crítico, para o qual ocorrerá o colapso (GUIDICINI e NIEBLE, 1976;

SELBY, 1990).

Durante o processo de alteração do material, estes tendem a formarem zonas de materiais de características de permeabilidade diferenciada. Essa diferenciação pode resultar no aparecimento de artesianismo e no desenvolvimento de elevadas pressões neutras que favorecem a instabilidade.

Vale ressaltar que os solos encontrados na área de estudo derivam de materiais pouco coesos (sedimentos Quaternários e rochas sedimentares Terciárias), e neste caso, o intemperismo aqui indicado fez com que a pouca coesão existente desaparecesse com maior facilidade, deixando os materiais mais susceptíveis a processos erosivos, especialmente à ação de movimentos de massa.

As hipóteses aqui levantadas procuraram indicar a natureza dos mecanismos, processos e fatores atuantes na deflagração dos movimentos de massa presentes na área de estudo. Embora, eles tenham sido colocados de forma pontual, ocorrem, concomitantemente numa rede de fluxos aberta que responde a qualquer modificação que venha a ocorrer no sistema e possa perturbar o seu equilíbrio.

6.2. Proposta de um Modelo Geomorfológico

Conforme vimos anteriormente a evolução do relevo local por movimentos de massa estaria intimamente relacionado com a incisão lateral proporcionada pelo meandramento do Rio Acre ao longo de seu curso.

Esta evolução seria ocasionada ainda, pela presença de uma espessa cobertura móvel oriunda dos depósitos Terciários e Quaternários presentes na área, pelas favoráveis condições de saturamento desses materiais tornando-os mais instáveis, portanto mais susceptíveis aos processos erosivos.

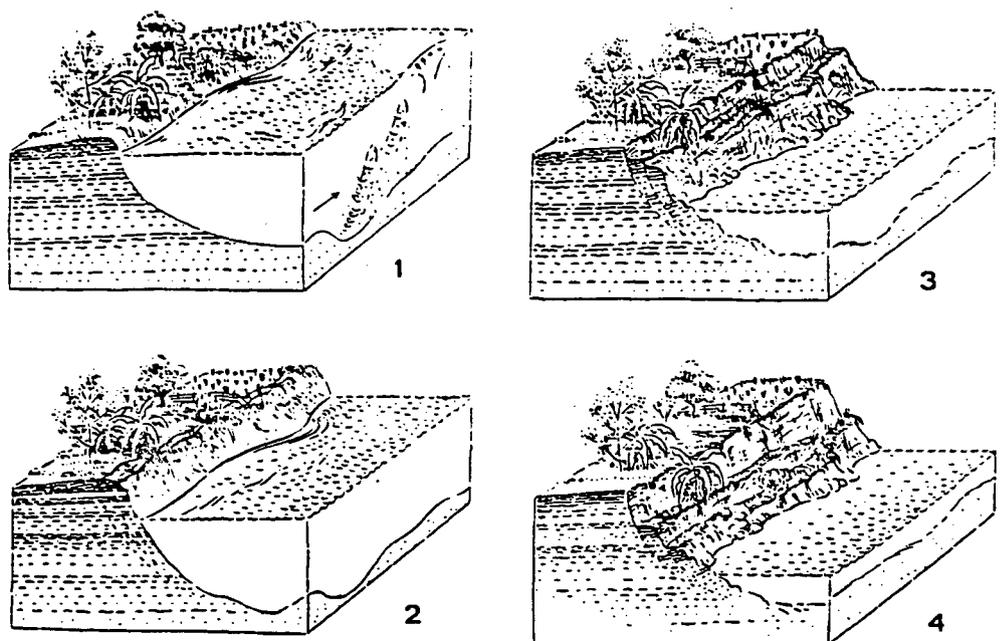
Tais condições favoreceriam ao surgimento de fissuras, frente de saturação, oscilação do lençol freático, elevação de poro-pressões só para citar alguns, dentre outros mecanismos. Essa condições alertariam para o indício de que o deslocamento de uma dada superfície em potencial estaria próxima a ocorrer.

A fim de tornar mais claro essa evolução destacamos aqui novamente o trabalho de STERNBERG (1956), primeiro estudioso a se preocupar em elaborar um modelo evolutivo que tentasse explicar a ação desses fenômenos a nível regional.

Segundo este autor, o rio seria o mecanismo principal responsável pelo desencadeamento do fenômeno das terras-caídas na região ou movimentos de massa conforme categoria adotada nesse trabalho e, quatro seriam os estágios dessa evolução conforme pode ser visto na Figura 26 a seguir.

- 1- Início do aprofundamento do leito do rio;
- 2- Fissuras ao longo da margem como primeiro sinal do desenvolvimento de terras-caídas;
- 3 e 4 - Arriscada estabilidade do perfil transversal e restauração do equilíbrio pelo escorregamento de uma parte da margem para o fundo do leito do rio.

FIGURA 26 - Bloco Diagrama Ilustrando o Mecanismo Causador do Fenômeno das Terras - Caídas



Fonte: STERNBERG (1956).

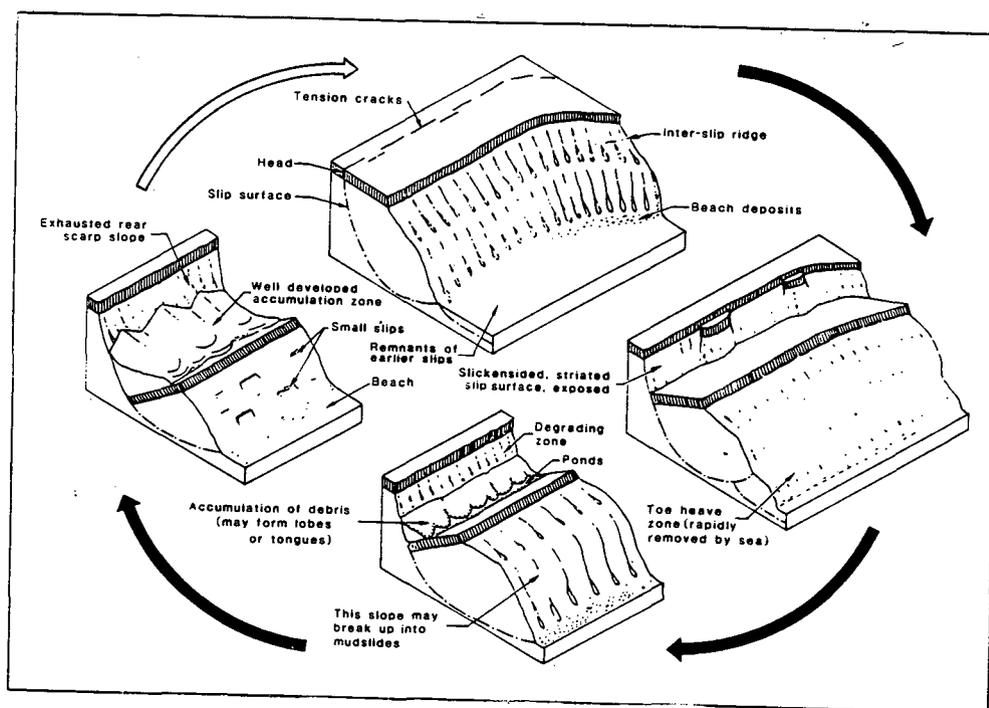
Neste modelo STERNBERG não esclarece se há existência ou não de distinções quanto a velocidade do deslocamento, a diferença do tipo de material mobilizado e a forma do deslocamento. A fim de compreender melhor esse processo buscamos outro modelo clássico que pudesse dar conta dessas questões.

Este modelo é proposto por BROMHEAD e apresentado por RICHARDS e LORRIMAN (1987). O modelo apresentado destaca também a relação direta entre a erosão basal, seja por via fluvial ou marinha e os movimentos de massa.

A proposta desse modelo é interessante por destacar o papel que os diferentes materiais podem ter na influência tanto da velocidade, do desencadeamento de diferentes tipos de movimentos de massa, da erosão regressiva e das efetivas condições do escoamento subterrâneo sobre eles.

A Figura 27 demonstra de forma bastante ilustrativa os diferentes estágios desse processo.

FIGURA 27 - Bloco Diagrama Sumarizando os Estágios de um Escorregamento



RICHARDS e LORRIMAN (1987)

A dinâmica apresentada por ambos os modelos, sem dúvida pode indicar àquela responsável pela formação dos anfiteatros identificados nessa pesquisa e pela evolução do relevo local, especialmente ao longo das margens do Rio Acre.

Mas, vale ressaltar que em nenhum dos modelos aqui apresentados foi feita a menção sobre o papel do solapamento basal em feições morfológicas típicas de rios meandrantés. Na área de estudo, esse processo meandrante contribuiu diretamente para o desencadeamento dos diferentes tipos de movimento de massa.

Pois, conforme vimos na porção côncava do meandro onde predominam materiais mais coesos a força de cisalhamento, representada pela rio, não é capaz de anular

por completo a força de resistência ao cisalhamento e o material escorrega de forma lenta, ou seja, em uma escala de tempo dilatada sob um plano de ruptura definido. Por sua vez, na porção convexa do meandro, esse fenômeno torna-se mais evidente em período de cheias. Momento este em que o rio torna-se mais competente provocando o solapamento na base das discontinuidades do pacote de materiais pouco coesos presentes nesse setor. Esse processo é auxiliado pelo saturamento do material durante o transbordamento do canal, pela descida rápida do nível do lençol d'água e pela erosão do fluxo do escoamento subterrâneo. Diante dessas condições ocorrem movimentos de massa rápidos do tipo desmoronamento, conforme já foi descrito no decorrer dessa investigação.

Sumariamente, a evolução do relevo local estaria condicionada pela dinâmica estabelecida através da ação dos movimentos de massa. Esses por sua vez, dependeriam das mudanças no jogo de forças, da morfologia do canal, da dinâmica de suas águas, do tipo de material envolvido, da resistência oferecida por estes materiais e do conteúdo de água.



O símbolo do rio, do escoamento das águas, é o da possibilidade universal e do escoamento das formas, da fertilidade, da morte e da renovação. A corrente figura a vida e a morte. Brandão, 1989.

DIAZ/Jornal A GAZETA
11/03/97

CAPÍTULO VII

7. A IMPORTÂNCIA DOS RIOS NA VIDA DOS POVOS DA FLORESTA

Desde os tempos mais remotos, os rios possuem um lugar de destaque nas distintas literaturas, seja por sua expressividade simbólica, seja pela abrangência do papel que estes adquirem nas distintas culturas, seja por seu caráter condicionante da vida humana ou, ainda, pelo interesse científico na compreensão e importância destes na elaboração, destruição, construção e reconstrução da paisagem.

Para as antigas civilizações que cresceram e se desenvolveram às margens de grandes rios como o Ganges, na Índia, o Tibre, na Itália, e, o mais famoso dentre eles, o Nilo, no Egito, os rios possuíam ao mesmo tempo um caráter simbólico e um caráter condicionante da vida humana, que passava a ser regulada pelo regime das águas fluviais.

Para estas civilizações, e também para os povos da floresta na Amazônia, os rios representaram não só a regulação do ciclo do cultivo - nesse sentido, a reprodução das condições de sobrevivência, portanto, adquirem eminente caráter sócio-econômico-cultural - mas, fundamentalmente, uma simbologia precisa e significativa “... *o da possibilidade universal, da fertilidade, da morte e da renovação*” (BRANDÃO, 1989, p.265).

Na Amazônia é impossível dissociar o homem do rio. Ao longo dele e por ele se distribuíram os primeiros núcleos populacionais que deram origem às primeiras cidades amazônicas, conforme foi visto no capítulo I. A exemplo da maior parte das cidades amazônicas, Rio Branco teve uma expansão desordenada e inadequada de seu espaço urbano devido, principalmente, à inexistência de uma política urbana promovida por parte do Poder Público no que se refere aos loteamentos urbanos, ocupações “espontâneas” e especulações imobiliárias que nela se instalaram.

Por sua importância na vida regional é que procuraremos enfatizar neste capítulo algumas dessas feições e os problemas decorrentes dessa ocupação.

“AS ÁGUAS DE MARÇO”

As enchentes são fenômenos naturais resultantes da ocorrência de precipitações intensas e por período prolongado. Estas constituem um dos mais sérios problemas que afetam a região e ameaçam periodicamente propriedades e vidas humanas, tanto em zonas rurais como em urbanas.

O município de Rio Branco tem presenciado constantemente os problemas decorrentes desses fenômenos naturais. Conforme foi abordado nos Capítulos I e II, o sítio urbano de Rio Branco abrange áreas de planície e de terraços, onde não se verificam grandes elevações. A maior parte dos bairros da cidade são habitados por população de baixa renda que se instalou ao longo dessas áreas, em consequência do êxodo rural acentuado a partir da década de 70.

Anualmente, as áreas situadas sobre a planície fluvial são tomadas pelas cheias do Rio Acre e seus afluentes (igarapés), sendo atingida a maior parte dos bairros e dos equipamentos urbanos. A população de maior poder aquisitivo procura construir suas casas em áreas mais elevadas e, portanto, menos sujeitas às enchentes.

O valor da terra nessas áreas é muito elevado, fazendo com que a população de menor poder aquisitivo passe a ocupar áreas menos valorizadas, como as de meandros abandonados e margens de igarapés e, principalmente, às margens do Rio Acre. Nesse caso, os moradores compram apenas a casa, não tendo o direito à propriedade da terra por estas

pertencerem à Marinha Brasileira (SILVA, 1995).

É comum durante o período de inundação placas de venda na maior parte das casas por um preço muito irrisório, mesmo aquelas interditadas pela Defesa Civil. Porém, quando as águas baixam e a população volta, o “desejo” de abandonar essas áreas é suplantado pela localização privilegiada desses bairros no centro da cidade e pela infraestrutura dos equipamentos urbanos e serviços oferecidos.

Neste sentido, a própria iniciativa do Poder Público em remover esta população para outras áreas torna-se inútil, mesmo porque a distância dos novos loteamentos e a inexistência de equipamentos e serviços urbanos fazem com que esta população venda seus lotes e retorne ao local de sua origem.

Dados levantados pela Comissão Municipal de Defesa Civil de Rio Branco (1993) indicaram que 36.000 habitantes encontram-se localizados em zonas críticas da cidade, sujeitas à inundação. Deste total, 28.000 habitantes estão sujeitos à inundação fluvial e 8.000 habitantes por inundação pluvial. Esta população está distribuída entre 23 bairros da cidade, conforme pode ser observado nos Quadros 04 e 05 a seguir. Muitos bairros afetados por esta problemática encontram-se localizados sobre antigos meandros abandonados, como é o caso dos bairros Taquari, Cadeia Velha e o próprio Aeroporto da cidade.

Quadro 04 - Distribuição dos Bairros por Zona de Inundação Fluvial na Cidade de Rio Branco 1993

Bairros	População em Risco
Aeroporto Velho Bahia Cadeia Velha Centro Cidade Nova Comara Habitasa Invernada Santa Terezinha Sobral Taquari Triângulo Novo 06 de Agosto	28.000 habitantes

Fonte: Prefeitura Municipal de Rio Branco, 1993.

Quadro 05 - Distribuição dos Bairros por Zona de Inundação Pluvial na Cidade de Rio Branco 1993

Bairros	População em Risco
Bahia Baixada da Maternidade Capoeira Cohab do Bosque Habitasa João Eduardo Quinze Santa Terezinha Sobral Tucumã	8.000 habitantes

Fonte: Prefeitura Municipal de Rio Branco, 1993.

As enchentes de 1974, 1978, 1988 e 1997 afetaram sobretudo a planície aluvial do Rio Acre, causando um impacto espantoso frente à opinião pública local e nacional, pelo fato de que às suas margens concentra-se um contingente populacional cada vez maior com o passar dos anos. Apesar da magnitude desses eventos, resultantes das chuvas intensas que afetaram a região nesse período, este fenômeno não pode ser

considerado totalmente excepcional, pois trata-se de um processo recorrente na história regional e inerente à dinâmica do próprio sistema fluvial.

Todos os anos, entre os meses de janeiro e março, inúmeras pessoas são transportadas e alojadas em escolas, clubes ou sob tendas de lona improvisadas e montadas pela Defesa Civil Municipal e Corpo de Bombeiros.

A última enchente registrada em 1997 atingiu uma população de aproximadamente 70.000 pessoas. Estradas, pontes e casas foram destruídas. O fornecimento de água e energia elétrica foi interrompido, a parca rede de esgoto existente foi afetada. Pós-alagação foram registrados casos de leptospirose, hepatite e febre amarela, exigindo do Poder Público uma atitude mais eficiente frente a esta problemática que se agrava a cada ano (MORAIS, 1998).

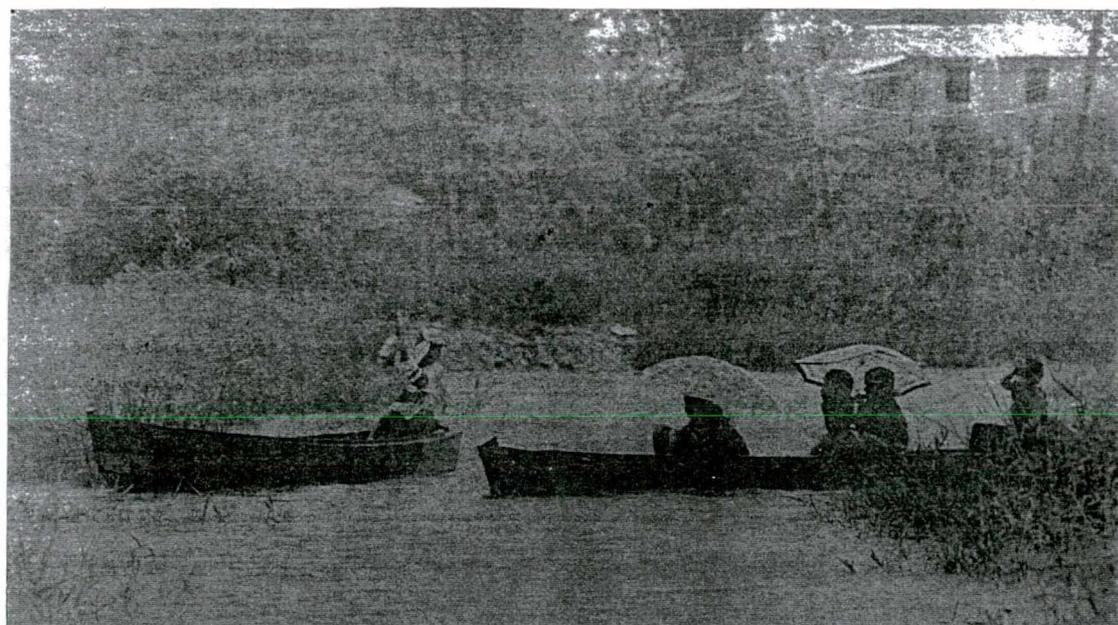
As Fotos (01 - 04) a seguir dão idéia dos transtornos causados pela enchente do Rio Acre no ano de 1997.

FOTOS 01 e 02 - Rua Venezuela no bairro Cadeia Velha durante a enchente do Rio Acre, em março de 1997.



Foto: M. J. MORAIS, 1997

FOTO 03 e 04 - Áreas da cidade durante a enchente do Rio Acre - fevereiro/março de 1997.
DIAZ/Jornal A GAZETA



A despeito de tudo isso, para a maior parte da população, especialmente a ribeirinha, que ainda mantém uma relação muito forte com o rio e faz dele sua fonte de vida, seu meio de transporte, seu veículo de comunicação e sua fonte de lazer, com a vazante a “vida renasce novamente” e com ela a esperança de um ano bom, especialmente para a população das áreas rurais, pois a terra da várzea agora enriquecida pode ser utilizada para o plantio de culturas temporárias que serão colhidas quando as águas começarem a subir novamente. Assim é feita a Amazônia, de contradições e singularidades, cheias de uma temporalidade simbolizada pelo rio, que resulta num espaço social que só pode ser apreendido em sua essência pelas dimensões do espaço vivido.

“O RIO DE LAMA”

Está é outra forma que a população local encontra em sua sabedoria popular para definir os movimentos de massa presentes na área de estudo. Este problema, que já faz parte da vida regional, foi descrito da seguinte forma por MOOG (1936, p. 47): *“Lá vem um ano mau, porém, em que as águas começam a subir assustadoramente, solapando as margens, arrastando os barracões, currais, trapiches e canoas, produzindo êsse espetáculo das “terras-caídas”, o maior pavor dos moradores ribeirinhos [...] são levadas pelas corredeiras por onde rolam as habitações desconjuntadas”*.

Os problemas decorrentes da ação desses fenômenos às margens do Rio Acre são bastante antigos, pois são inerentes à própria dinâmica fluvial. Porém, ganharam notoriedade nas últimas três décadas, pelo impacto sócio-econômico que têm provocado ao crescente aglomerado urbano alocado sobre as áreas de instabilidade junto ou nas

proximidades das margens do Rio Acre.

Como já foi visto em capítulos anteriores, a ocorrência desses fenômenos está associada à instabilidade ocasionada pela modificação do jogo de forças nos barrancos do Rio Acre, principalmente em função do solapamento basal. No entanto, podemos também enumerar como fatores secundários que facilitam a instabilidade dessas áreas, a construção de vias de circulação, rede de abastecimento de água e energia elétrica, construções residenciais e comerciais que não seguiram uma orientação adequada na ocupação. De certa forma, a instalação dessa estrutura urbana sobre os barrancos possibilitou uma sobrecarga em sua porção superior, vindo a contribuir para a instabilidade das referidas áreas.

Os movimentos de massa ocorridos na cidade de Rio Branco ao longo da área de estudo afetam os bairros da Base, Papôco, Preventório, Cadeia Velha, Quinze, 06 de Agosto e área do Mercado Municipal (Centro).

Os dados que serão apresentados a seguir, embora de forma generalizada, possibilitam visualizar um panorama dos impactos sócio-econômicos resultantes dos movimentos de massa na cidade de Rio Branco.

Em 1978, por exemplo, a rua 1º de Maio, uma das mais antigas da cidade, situada na margem direita do Rio Acre, entre as duas pontes, foi completamente destruída. Nessa mesma ocasião, a ponte metálica teve um dos seus vãos rompidos pela força de cisalhamento, provocado por um desmoronamento rotacional que afetou a base de um dos pilares situados na margem direita, ocasionando o transtorno no tráfego de veículos automotores e pedestres.

Outras áreas também foram identificadas através de inspeção técnica de funcionários da Prefeitura Municipal e Consultores. Segundo dados oficiais da

Coordenadoria Municipal da Defesa Civil, em 1995, 900 habitações estavam instaladas em área de risco. Incluíram-se nesse levantamento 06 áreas da cidade (Base, Papôco, Preventório, Quinze, Placas e área do Mercado Municipal) (PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO BRANCO, 1995).

No entanto, através dos trabalhos de campo realizados no período de novembro/1995 a julho/1997 outras áreas foram identificadas, são elas as ruas Eduardo Assmar, Cunha Mattos, Nossa Senhora da Conceição, Boulevard Augusto Monteiro e os bairros da Cadeia Velha e Seis de Agosto.

No Quadro 06, a seguir, encontra-se o número total da população residente nos bairros incluídos na área de estudo e sujeitos a movimentos de massa. Embora nem toda a população esteja no momento diretamente afetada pelos movimentos de massa atuais, as áreas onde se situam estes bairros constituem áreas de risco eminente e áreas de risco em potencial, dada a dinâmica do fenômeno, e por isso foram incluídas.

Quadro 06 - Distribuição dos Bairros por Zona de Risco sujeitos à Ação de Movimentos de Massa na cidade de Rio Branco 1996

Bairros	População em Risco
06 de Agosto Base Cadeia Velha Centro Papôco Preventório Quinze	15.361 habitantes

Fonte: Ministério da Saúde, 1996.

Os impactos provocados pelos movimentos de massa nos anos de 1996 e 1997 ocasionaram a remoção de muitas famílias, a destruição completa de vários

estabelecimentos comerciais, residências, calçadas e ruas, afetando inclusive as redes de esgoto, de abastecimento de água, energia elétrica e telefônica.

Ruas como Gabino Besouro, Marechal Rondon, Travessa São Cristóvão, Beco da Solidão e Travessa Cruzeiro do Sul, situadas nos bairros da Base e Preventório, foram quase completamente destruídas. As ruas Rio Grande do Sul, Pernambuco, Goiás, São Paulo, Floriano Peixoto e Epaminondas Jácome tiveram partes de seu traçado interrompidos ao tráfego.

Entre os meses de janeiro e março de 1996, das 49 casas localizadas onde atualmente encontra-se a cicatriz MB1 - bairro da Base -, foram afetadas pelos movimentos de massa 11 casas residenciais e 08 comerciais, ficando completamente destruídas. Na ocasião 03 famílias foram removidas pela Defesa Civil Municipal, pois suas casas estavam prestes a desabar, o que foi confirmado na segunda quinzena de fevereiro/1996, subindo para 22 o número total de casas destruídas.

Durante os meses de janeiro a abril de 1997, período marcado por elevadas precipitações e uma das mais violentas enchentes dos últimos anos, registraram-se inúmeros danos materiais, como no caso do Bairro Quinze, onde, entre os dias 09 e 10 de abril de 1997, cinco casas foram destruídas. No Mercado Municipal, no dia 23 de fevereiro de 1997, uma loja (Pronto Socorro dos Calçados) foi tragada pela águas do rio, perdendo o seu proprietário, Senhor Manoel Messias de Souza, parte dos seus produtos, documentos e pertences pessoais.

Outra área afetada foi o Calçadão da Gameleira, situado na margem direita do Rio Acre, entre as ruas Eduardo Assmar e Cunha Matos, onde se encontra um conjunto de prédios antigos, que remonta ao período áureo da borracha, deixando ameaçado

importante patrimônio arquitetônico da cidade. Nessa área foram monitoradas as cicatrizes MG2 e MG3 já descritas no decorrer deste trabalho.

As Fotos (05-10) a seguir ilustram um pouco dessa problemática.



FOTO 5 - Trecho da Rua Gabino Besouro - Bairro do Preventório - afetado por ecorregamentos rotacionais - Nov/95



FOTO 6 - Área comercial na Rua Floriano Peixoto - bairro da Base - também afetado por movimentos de massa - É possível observar a formação de pequenos degraus no início do processo de deslocamento - Fev/96

FOTOS 7/8 - Destruição de residências no bairro da Basé e de estabelecimentos comerciais no Mercado Municipal, durante a vazante do Rio Acre em Abril/97 - DIAZ/Jornal A GAZETA

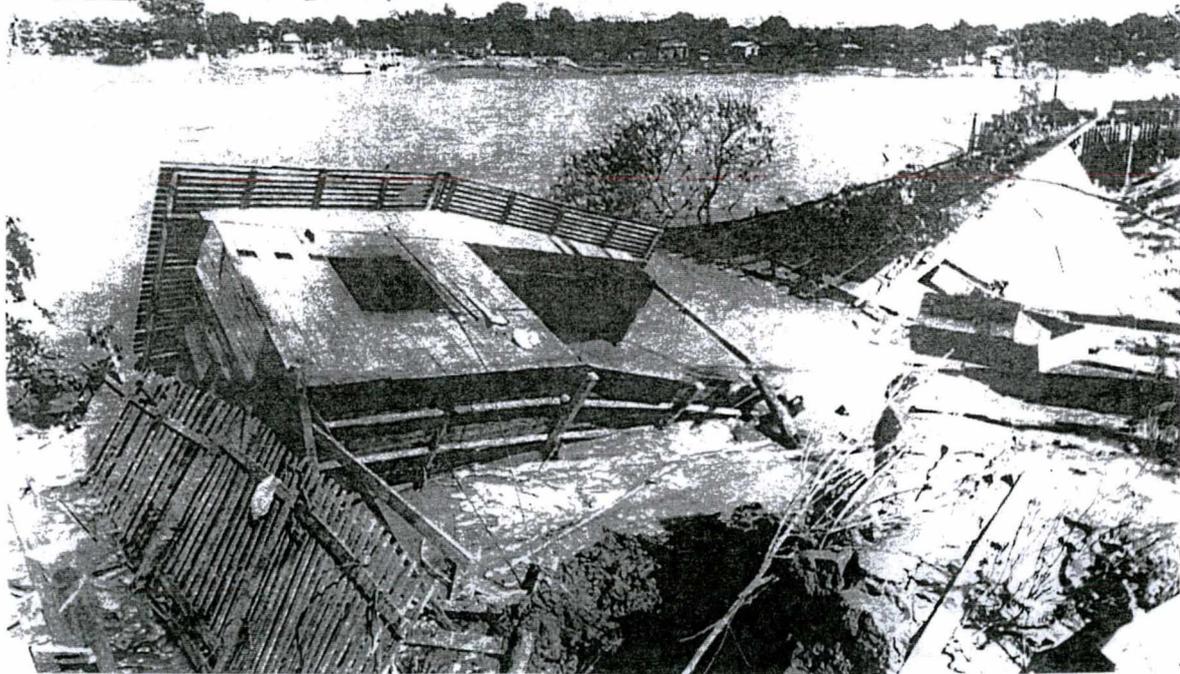




FOTO 9 - Residência na Rua Rio Grande do Sul em risco de desabamento. Notar a inclinação do poste no canto esquerdo - Nov/95



Embora não seja objetivo desse estudo, queremos ressaltar, apenas para efeito ilustrativo, como a ação desses fenômenos modificam a dinâmica da vida regional, pois os escorregamentos constantes de terras ao longo do Rio Acre não determinam apenas o deslocamento das casas da população ribeirinha, mas sobretudo influenciam também na estrutura fundiária local.

Segundo relatos dos moradores, muitas áreas, dentre elas as de pastagem e cultivo, foram completamente levadas pelas águas do Rio Acre, forçando outros moradores a “venderem” suas terras antes que elas se fossem. Ainda segundo estes moradores, o preço a ser pago por suas casas é muito baixo, devido à desvalorização da terra, em função da ação dos movimentos de massa nessas áreas.

Como vemos, embora este estudo tenha procurado mostrar de forma mais específica os mecanismos atuantes no desencadeamento dos movimentos de massa, é impossível dissociá-los da dinâmica social local frente aos impactos diretos que exercem sobre a vida das populações residentes nessas áreas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os processos de movimentos de massa observados nas margens do Rio Acre, objeto de investigação dessa pesquisa, conforme vimos, estão vinculados à própria dinâmica do meio físico local.

Estes movimentos de massa representam uma resposta ao desequilíbrio a que suas margens estão submetidas, em função dos processos erosivos atuantes em suas porções basais. Tais processos erosivos estão vinculados ao recuo de suas margens e à formação da planície de inundação por migração lateral, em função da necessidade de um ajustamento às novas condições hidrodinâmicas e mecânicas impostas pela dinâmica fluvial.

Sob condições pluviométricas balanceadas (ocorridas durante o período seco e intermediário) os materiais constituintes das margens do Rio Acre dispõem de mecanismos de autoregulação que asseguram a manutenção e equilíbrio mecânico entre as forças de cisalhamento e as forças de resistência, pois os materiais encontram-se sustentados pelas forças coesivas e de fricção que inibem a ação desses processos erosivos.

Porém, sob condições pluviométricas mais intensas, presenciadas durante o período mais úmido da região (novembro/março), os materiais são submetidos a um intenso processo de saturamento, que é acentuado pelas percolações laterais em função da elevação do nível das águas do Rio Acre.

Esse saturamento por si mesmo já representa um risco à estabilidade local, pois como vimos no decorrer desse trabalho, as pressões exercidas pela água livre intersticial atua no sentido de anular as forças coesivas e promover a diminuição no ângulo de atrito interno entre as partículas do solo, tornando uma dada superfície do terreno potencialmente mais suscetível à atuação desses fenômenos erosivos.

A diferenciação e a velocidade dos movimentos de massa identificados na área de estudo estão relacionadas aos diferentes tipos de materiais presentes nas distintas porções do meandro. Conforme foi demonstrado em análises precedentes, os materiais mais argilosos e siltosos presentes na porção côncava do meandro possuem maior coesão, oferecendo maior resistência às forças de cisalhamento.

Neste caso, há apenas uma queda de coesão em uma dada superfície do terreno, onde o atrito entre as partículas não foi capaz de anular por completo a ação da força de cisalhamento. O material que se encontra em um estado plástico ou semi-sólido escorrega sobre um plano de ruptura definido, gerando movimentos de massa do tipo escorregamentos rotacionais, conforme foi identificado na área.

Os materiais mais siltosos e arenosos presentes na porção convexa do meandro, por serem menos coeso e mais permeáveis sob condições efetivas de saturamento, têm sua resistência anulada por completo por não haver coesão avaliável, tornando esses materiais bastante suscetíveis à ação erosiva. Assim, quando este limite é atingido, presencia-se a ocorrência de um colapso rápido e generalizado do material, vindo a caracterizar movimentos de massa rápidos do tipo desmoronamento.

Diante do exposto, podemos dizer que materiais texturalmente distintos reagem diversamente quando submetidos às mesmas condições hídricas. Condições extremas de submersão, como aquelas presenciadas nas margens do Rio Acre durante o episódio da última enchente ocorrida na área, acentuam essa diferença e aumentam a probabilidade de maiores incidências desses processos erosivos.

Podemos dizer, portanto, que, independente dos mecanismos que atuam no desencadeamento dos movimentos de massa, estes estão diretamente relacionados a dois conjuntos de forças: a força de cisalhamento representada pela própria dinâmica do rio, que

provoca mudanças no jogo de forças de suas margens, e a resistência oferecida pelos materiais constituintes dessas margens, capazes de oferecer maior ou menor resistência ao cisalhamento.

Frente a essas observações podemos dizer que a distribuição das áreas de risco na cidade de Rio Branco situa-se ao longo das margens do Rio Acre, mas estas áreas de instabilidade tendem a se agravar quando estiverem situadas sobre o setor ativo do meandro do Rio Acre. Assim, os bairros da Base, Papôco, Preventório e Volta Seca - situados sob à margem esquerda - e a área do Centro comercial e histórico da cidade, em ambas às margens do rio, são as áreas mais propensas a serem afetadas num futuro próximo pela ação desses processos erosivos.

Acreditamos com este estudo ter contribuído para elucidar questões básicas levantadas no início dessa pesquisa tais como o agente, os mecanismos e condicionantes locais geradores dos processos envolvidos no desencadeamento dos movimentos de massa presentes na área de estudo.

Temos clareza de que os resultados aqui apresentados são bastantes preliminares, havendo a necessidade de se aprofundar o conhecimento relacionado ao comportamento geomecânico dos materiais presentes nas margens do Rio Acre, bem como o controle das variáveis responsáveis pela geração de fluxos superficiais e subsuperficiais desses materiais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATLAS Educativo do Acre. Rio Branco. Secretaria de Educação e Cultura/Fundação de Tecnologia do Estado do Acre: 1990. p. 48.
- ATLAS Geográfico Ambiental do Acre. Rio Branco. Secretaria de Meio Ambiente do Acre/IMAC : 1991. p. 48.
- AYALA CARCEDO, F. J. ; ELIZAGA MUNOZ, E. **Impacto Economico y Social de los Riescos Geologicos en Espana**. Madrid: Instituto Geológico y Minero de Espana, 1987. p. 89.
- BLOOM, A. L. **Geomorphology**: a sistematic analysis of late cenozoic landforms. New Jersey: Prentice - Hall, 1978. p. 503.
- BRANDÃO, J. S. **Mitologia Grega**. 5ª ed. Petrópoles: Vozes, 1989.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL - Folha SC - 19 Rio Branco**. Rio de Janeiro: v. 12, 1976. p. 458.
- BUENO, C. S. C.; CONCEIÇÃO, F. X. O. da; PASSOS, J. P et al. **Estudo Geomorfológico e Análise Ambiental do Sítio Urbano de Rio Branco e seus Arredores**. Rio Branco, 1985. Relatório Final (Especialização em Aerofotogrametria e Fotointerpretação Aplicado aos Estudos Ambientais) - Departamento de Geografia, Universidade Federal do Acre.
- BUENO, C. S. C.. **Avaliação do Crescimento da Área Urbana da Cidade de Rio Branco-Ac através de Fotointerpretação**. Fortaleza, 1989. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará.
- CÂNDIDO, J. A. Contribuição ao Estudo dos Meandramentos Fluviais. **Notícias Geomorfológicas**. Campinas: 11(22), p. 21-38. Dez. 1971.

- CAPUTO, H. P. **Mecânica dos Solos e suas Aplicações**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros técnicos e Científicos. v. I. 1988. p. 234.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. p. 188.
- COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 93-148. 1995.
- COLÂNGELO, A. C. **Movimentos de Massa e Evolução Geomorfológico das Vertentes Marginais no Lago de Barragem de Paraíbuna, Mun. De Paraíbuna-SP**. São Paulo, 1990. Dissertação (mestrado em Geografia). Universidade de São Paulo.
- COLÂNGELO, A. C. Os Mecanismos de Compensação e o Equilíbrio de Forças na Dinâmica dos Materiais de Vertente. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo: EDUSP. n. 09, p. 13-20. 1995.
- COSTA, Í. B. da. Esplendor e Decadência dos Seringais Acreanos. In: **A Organização do Espaço na Faixa da Transamazônica**. Rio de Janeiro: IBGE. V 2. 1989. p. 49-71.
- CRUZ, C. C. S. da. **Erosão Hídrica: um Estudo da Erodibilidade e Processos de Erosão dos Solos do Município de Rio Branco-Acre**. Rio Branco, 1996. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Departamento de Geografia, Universidade Federal do Acre.
- CUNHA, S. B. da. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. da. (orgs.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 211-252.

EGLER, E. G. Evolução Demográfica. In: **A Organização do Espaço na Faixa da Transamazônica**. Rio de Janeiro: IBGE. V. 1. 1989. p. 72-88.

FERNANDES, N. F. **Hidrologia Subsuperficial e Propriedades Físico-Mecânicas dos "Complexos de Rampa" - Bananal (SP)**. Rio de Janeiro, 1990. Dissertação (Mestrado em Geologia). Universidade Federal do Rio de Janeiro.

FERNANDES, N. F. & AMARAL, C. P. de. Movimentos de Massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Orgs.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 123-194.

FOTOGRAFIAS ÁREAS. Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul. 1964

FOTOGRAFIAS ÁREAS. Serviços Aerofotogramétricos Terrafoto. 1975

GOVERNO DO ESTADO DO ACRE. **Coordenadoria Estadual de Defesa Civil**. Dados úteis. Rio Branco, 1994. p. 48.

GUERRA, A. T. Alguns Aspectos Geográficos da Cidade de Rio Branco e do Núcleo Colonial Seringal Empresa. In: GUERRA, A. J. T. **Coletânea de Textos Geográficos de Antônio Teixeira Guerra**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 227-270.

GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. da (orgs.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 149-210

GUERRA, A. J. T.; SENNA, C. P.; LEAL, J. R. Geomorfologia de Montanhas: estabilidade das encostas e movimentos de massa. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia (1: 1996: Uberlândia). **Ed. Especial da Revista Sociedade e Natureza** Ano 3, n. 15, Jan/dez 1996. Uberlândia. Universidade Federal de Uberlândia. p. 122-127.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação**. São Paulo: EDUSP/Edgard Blucher, 1976. 170 p.

HAGERTY, D. J. Case History: Bank Failures Caused by Groundwater Flow in Alluvium. In: KELLER, E. A.; KONDOLF, G. M. Groundwater and Fluvial Processes: selected observations. In: . Geological Society of America - Special Paper 252. **The Role of Subsurface Water in Earth - Surface Processes and Lanforms**. Boulder, Colorado: 1990. p. 327-340.

IBGE. **Censo Demográfico - Acre - 1940, 1950, 1960, 1970, 1980 e 1991**. Rio de Janeiro.

KELLER, E. A. & KONDOLF, G. M. Groundwater and Fluvial Processes: selected observations. In: . Geological Society of America - Special Paper 252. **The Role of Subsurface Water in Earth - Surface Processes and Lanforms**. Boulder, Colorado: 1990. p. 319-327.

LATRUBESSE, E. M. **El Cuaternario Fluvial de la Cuenca del Purus em El Estado de Acre**. San Luis, 1992. Tese (Doutorado em Ciências Geológicas). Universidad Nacional de San Luis. Argentina.

LATRUBESSE, M. E.; SILVA, M. S. Geomorfologia y Cuaternário de La Faja Fluvial del Rio Acre. In: LATRUBESSE, M. E. (Coord.). **Paleo e Neoclimas da Amazônia Sul-Ocidental**. Southeastern Amazônia Paleo and Neoclimates. Paleo y Neoclimas da Amazônia Sudoccidental. Rio Branco: UFAC/Laboratório de Geomorfologia e Sedimentologia. 1996, p. 54-67. (Conferência de Campo).

LAWLER, D. M. Bank erosion and frost action: an example from South Wales. In: **Gardiner**. ed. International Geomorphology 1968, Part 1: Landom, John Wiley and Sons. 1987.

LEOPOLD, L. B. et al. Fluvial Processes. In: **Geomorphology**. San Francisco: Freeman, 1964, p. 552.

LUIZ, E. L. **Estudo de Movimentos de Massa na Bacia do Rio Inferninho e sua Influência na Evolução das Vertentes - Sorocaba de Dentro - Biguaçu/SC.** Florianópolis. 1996. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina.

LUMB, P. Slope Failures in Hong Kong. In: **Quarterly Journal of Eng. Geology.** v. 8, 1978. p. 31-65.

MEDEIROS, R. Á.; SCHELLER, H. E. FRIEDMAN, G. M. **Fáceis Sedimentares: análise e critérios para o reconhecimento de ambientes deposicionais.** Rio de Janeiro: Centro de Pesquisas e Desenvolvimento-Departamento de Exploração e Produção/Petrobrás, 1971.

MEIS, M. R. M. de. Considerações Geomorfológicas sobre o Médio Amazonas. **Revista Brasileira de Geografia.** Rio de Janeiro, IBGE: Ano 30, nº 1, p. 3-20. Jan./mar. 1968.

MESQUITA, M. G. G. C. Rio Branco, Cruzeiro do Sul e a Implantação de Rodovias. In: **A Organização do Espaço na Faixa da Transamazônica.** Rio de Janeiro: IBGE. V. 2. 1989. p. 159-188. 1989.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Fundação Nacional de Saúde - FNS/SUCAM,** 1996. 1-3 p.

MOOG, V. **O Ciclo do Ouro Negro: impressões de uma Amazônia.** R. J., 1936

MORAIS, M. J. **Urbanização, Serviço Público de Saneamento Básico -Água e Esgoto- e Qualidade de Vida na Cidade de Rio Branco-Ac.** Florianópolis: UFSC, 1998. Projeto de Seminário (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Santa Catarina.

MOREIRA, E. **Amazônia: o conceito e a paisagem.** Belém. CNP-INPA: 1958. 74 p.

- NASCIMENTO, J. A. S. do. **Aspectos Geomórficos Naturais e a Questão Ambiental da Bacia de Drenagem do Rio Acre - Amazônia/Brasil**. Florianópolis. 1995. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina.
- NOGUEIRA, R. J. B. **Amazonas Um Estado Ribeirinho: estudo do transporte fluvial de passageiros e cargas**. São Paulo. 1994. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana, Universidade de São Paulo.
- OLIVEIRA, L. A. P. de. **O Sertanejo, o Brabo e o Possreiro: os cem anos de andanças da população acreana**. Belo Horizonte. 1982. p. 101. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais. 1985.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO BRANCO. **Mapa da Cidade de Rio Branco**. Rio Branco, 1983.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO BRANCO. **1º Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano**. Rio Branco, 1986.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO BRANCO. **Comissão Municipal de Defesa Civil**. Rio Branco, 1993.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO BRANCO. **Mapa da Cidade de Rio Branco**. Rio Branco, 1995.
- RANCY, C. M. D. **Raízes do Acre 1870-1912**. Rio Branco: M. M. Paim, 1992. p. 160.
- RIBEIRO, S. A. O. **Vida e Morte no Amazonas**. Itacoatiara: Loyola, 1991.
- RICE, R. J. **Fundamentos de geomorfologia**. Madrid: Paraninfo, 1973.

- RICHARDS, K. S. e LORRIMAN, N. R. Basal Erosion and Mass Movement. In: ANDERSON, M. G. e RICHARDS, K. S. (Edts.) **Slope Stability**. London: John Wiley & Sons, 1987.
- SELBY, M. J. **Hillslope Materials & Processes**. New York: Oxford University Press, 1990, p. 264.
- SHEPARD, F. P. Nomenclature Based on Sand Silt Clay Ratios. *Journal of Sedimentary*: 1954.
- SILVA, M. S. **Geomorfologia e Quaternário da Faixa Fluvial do Rio Acre**. Rio Branco, UFAC/CNPq, 1995 (Relatório de Iniciação Científica - CNPq).
- SILVA, S. S. da. **A Geografia Crítica: aplicação do método dialético na análise sócio-econômica do bairro Papouco**. Rio Branco: UFAC, 1995 (mimeo).
- SILVA, S. A. **Hidrologia e Geomorfologia da Bacia do Rio Acre e de Outros Rios da Amazônia Sul Ocidental**. Rio Branco, 1997. 141 p. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Departamento de Geografia, Universidade Federal do Acre.
- SIOLI, H. **O Amazonas e seus Principais Afluentes: tipos de rios, hidrografia e morfologia dos cursos dos rios**. 1984, 52 p. (mimeo)
- SIOLI, H. **Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1991. p. 72.
- SPIX, J. B. von e MARTIUS, C. F. P. von. **Viagem pelo Brasil: 1817-1820**. Lahmeyer. Belo Horizonte: Itatiaia/USP, 1981. V. 3.
- STERNBERG, H. **O'R A Água e o Homem na Várzea do Careiro**. Tése de conc. À cátedra. Fac. Nac. Fil. Univ. do Brasil. Rio de Janeiro, v. 2. 1956.

STERNBERG, H. O. A Propósito de Meandros. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, IBGE: p. 477-499. Out./Dez. 1957.

SUGUIO, K. **Introdução à Sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blucher/USP, 1973.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambientes Fluviais**. 2. ed. Florianópolis: UFSC/UFPr: 1990. p. 183.

TERZAGHI, K. **Mecanismos dos Escorregamentos de Terra**. Trad. Ernesto Pichler. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1980. p. 38.

THOMAS, M. F. **Geomorphology in the Tropics**. A study of weathering and denudation in low latitudes. West Sussex. John Wiley & Sons Ltd. 1994. p. 165-190.

TOLDO JUNIOR, E. E. & MEDEIROS, R. K. **Programa Interpolar em Linguagem Basic para Análise de Propriedades Texturais de Amostras Sedimentares em Computador**. Porto Alegre, Pesquisa: v. 18, p. 91-100.

TRICART, J. L. F. Tipos de Planícies Aluviais e Leitões Fluviais na Amazônia Brasileira. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, IBGE: Ano 39, nº 2, p. 3-40. abri./jun 1977.

TWIDALE, C. R. **Erosion of an Alluvial bank at Berwood, South Australia**: Zeitschrift für Geomorphologie. V. , p. 189-211. 1964.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE. **Dados de Precipitação da Estação Meteorológica**. Rio Branco, 1970-1997. (mimeo)

VALVERDE, O. Unidade e Dualidade Acreana. In: **A Organização do Espaço na Faixa da Transamazônica**. Rio de Janeiro: IBGE. v. 2.1989. p. 13-39.

WOLLE, C. M.; CARVALHO, C. S. Deslizamentos em Encostas na Serra do Mar Brasil. **Solos e Rochas**, Vol. 12, n. Único, 1989. p. 27-36.

XAVIER, Herbe. Identificação Temporal e Espacial dos Deslizamentos de Encostas em Belo Horizonte. In. Simpósio Nacional de Geomorfologia (1.: 1996: Uberlândia). **Ed. Especial da Revista Sociedade e Natureza** Ano 3, n. 15, Jan/dez 1996. Uberlândia.: Universidade Federal de Uberlândia. p. 122-127.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AMARAL, E. F. do e LATRUBESSE, E. M. **Caracterização Preliminar dos Aspectos Geomorfológicos e pedológico em 04 Reservas Extrativistas no Estado do Acre.** Rio Branco: FUNTAC, 1996. (mimeo).
- ANDRADE, M. **Tipos e Utilidades dos Veículos de Transportes Fluviais do Amazonas.** Manaus, 1983.
- CAMARGO, Gisele. **Caracterização das Formas de Erosão Acelerada no Segundo Planalto Paranaense: avaliação do pael da erosão subterrânea na evolução de voçorocas nos municípios de Ponta Grossa, Palmeira, Porto Amazonas e Lapa (PR).** Florianópolis: 1996. Projeto de Qualificação (Mestrado em Geografia) Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina.
- CARSON, M. A.; KIRBLE, M. J. **Hillslope Form and Process.** London: Cambridge University Press. 1975. p. 99-300.
- CARVALHO, J. A. L. de. **Terras Caídas e Conseqüências Sociais: município de Itacoatiara-Am.** Florianópolis: UFSC, 1996. Projeto de Qualificação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geometria Hidráulica. **Notícias Geomorfológicas.** Campinas, 16(32): p. 3-37. Dez. 1976.
- COLÂNGELO, A. C. Evolução de Vertentes em Meio Tropical Úmido: avaliação e mapeamento de limiares. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia (1.: 1996: Uberlândia). **Ed. Especial da Revista Sociedade e Natureza** Ano 3, n. 15, Jan/dez 1996. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia. p. 122-127.
- COOKE, R. U. ., DOORNKAMP, J. C. **Geomorphology in Environmental Management: an introduction.** Oxford: Clarendon Press, 1974, 413 p.

CUNHA, M. A. (Coord.). **Ocupação de Encostas**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT. 1991. p. 234.

DUME, T. Hydrology, mechanics, and geomorphic implications of erosion by subsurface flow. In: HIGGINS, C. G. and COATES, D. R. (eds.) **Groundwater geomorphology: the role of subsurface water in earth-surface processes and landforms**. Boulder, Colorado: Geological Society of America Special Paper 252. 1990.

FINLAYSON, B. ; STATHAM I. Sources and Methods In: **Geography**. Boston: Butterworth, 1980. p. 229.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.
Diagnóstico Geoambiental e Sócio-Econômico: área de influência da Br 364 trecho Porto Velho/Rio Branco. Rio de Janeiro: IPEA, 1990.

GARDINER, Y. and DACKOMBER, R. **Geomorphological Field Manual**. London: George Allen & Unwin. 1983. P. 254.

KIEL, E. J. **Manual de Edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979.

LA CONDAMINE, C. M. de. **Viagem pelo Amazonas (1735-1745)**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1992.

LATRUBESSE, E. M. e AMARAL, E. F. do. **Geomorfologia e Pedologia em 04 Reservas Extrativistas no Acre: a importância do fator paleoclimático**. Rio Branco: FUNTAC, 1996.

LATRUBESSE, E. M. e SILVA, S. A. da. Estudio de Parametros Geomorfologicos Actuales en rios de la Amazonia Sudoccidental Brasileña: base para estudios de paleohidrologia. In: **VI Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário e Reunião sobre o Quaternário da América do Sul**. Curitiba:

Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 1997.

LEÃO, O. M. R.; BALESSENT, F. C.; CRUZ, E. S. et all. Reativação Erosiva em Cicatriz de Movimento de Massa, Maciço da Tijuca-RJ. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia (1.: 1996: Uberlândia). **Ed. Especial da Revista Sociedade e Natureza** Ano 3, n. 15, Jan/dez 1996. Uberlândia.: Universidade Federal de Uberlândia. p. 122-127.

MENEZES, M. S. S.; REBOUÇAS, J. R.; MONTEIRO, H. P. et al.. **Problemas de Estabilidade das Encostas da Cidade do Salvador**. Salvador: CONFEA/CREA-BA, 1978.

MESQUITA, C. C. de. **Estudos Básicos das precipitações do Acre**. Rio Branco: Secretaria de Estado de Planejamento/Governo do Estado do Acre, 1995.

MESQUITA, C. C. de. **As Inundações da Bacia Hidrográfica do Rio Acre no Município de Rio Branco: alternativas de Ocupação**. Rio Branco: Secretaria de Estado de Planejamento/Governo do Estado do Acre, 1996.

NASCIMENTO, E. E. D. **Contribuição aos Estudos de Processos Erosivos Acelerados em Áreas de Rampas de Dissipação - o caso da Praia Mole - Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis: 1998. Dissertação (Mestrado em Geografia), Departamento de Geociências. Universidade Federal de Santa Catarina.

PENHA, R. M. **O Distrito Industrial - DIRB - no Contexto Sócio-Ambiental da Cidade de Rio Branco e do Estado do Acre**. Florianópolis: 1996. Dissertação (Mestrado em Geografia), Departamento de Geociências. Universidade Federal de Santa Catarina.

PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO BRANCO. **Áreas de Risco na Cidade de Rio Branco-Ac**. Rio Branco: Coordenadoria Municipal da Defesa Civil, 1995. p. 15. Relatório (doc. inédito).

POPOV, I. V. and KOTLOV, F. V. **The Stability of Slopes**. New York: Consultants Bureau, 1963.

RUHE, R. V. **Geomorfology**: geomorphic process and superficial geology. Boston, Houghton Mifflin Company, 1975. 219 p.

SERRA, G. **O Espaço Natural e a Forma Urbana**. São Paulo: Nobel, 1987.

SUMMERFIELD, M. **Global Geomorphology**: An Introduction to the Study of Landforms. Logman Scientific & Technical, 537 p.

TRICART, J. e SILVA, T. C. da. **Estudos de Geomorfologia da Bahia e Sergipe**. Salvador: Fundação para o Desenvolvimento da Ciência na Bahia, 1968.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Normas para Apresentação de Trabalhos**. 6ª ed. Curitiba: UFPR, 1996. Parte 6.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Normas para Apresentação de Trabalhos**. 6ª ed. Curitiba: UFPR, 1996. Parte 7.

VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C. T. dos e VIEIRA, M. N. F. **Solos**: propriedades, classificação e manejo. Brasília: MEC/ABEAS, 1988.

VIEIRA, L. S. **Manual da Ciência do Solo**: com ênfase aos solos tropicais. 2ª ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988.

WENTWORTH, C. K. **The Mechanical Composition of Sediments in Graphic Form**. Studies in Natural History. Iowa, Iowa University: 1922.

ANEXOS

CICATRIZ MB1

Perfil 01 - Localizado na Parede do Deslocamento - zona proximal (material *in situ* - não mobilizado).

Tradagem 01

Profundidade (cm)	Descrição
0 - 20	Camada asfáltica com a presença no topo do barranco de inúmeras fissuras de até 0,5 cm de largura e 100 metros de extensão
0,20 - 0,60	Material de coloração vermelho-escuro (2,5YR 4/6), com pequenas mesclas cinzento-claro (5Y 7/1) com areia fina, muitas concreções de ferro de textura silto-argilosa; estrutura granular, bastante compacto, muito seco, duro, firme, pouco plástico.
0,60 - 0,64	Outra camada asfáltica .
0,64 - 1,50	Material de coloração vermelho-escuro (2YR 4/6), pequenas e poucas mesclas cinzento-claro (5Y 7/1), poucas concreções ferruginosas de textura silto-argilosa, pouco compacto, seco, duro, firme, pouco plástico.
1,50 - 2,30	O material apresenta coloração variegada constituída por vermelho- escuro (2,5Y 4/6), cinzas (5Y 7/1) mais presentes, pequenas mesclas de marrom forte (7,5YR 4/6), pequenas concreções de ferro de textura silto-argilosa com pouca areia fina, estrutura granular, firme, menos compacto, úmido, firme, pouco plástico e ligeiramente pegajoso.
2,30 - 2,70	O material apresenta coloração variegada constituída por vermelho- escuro (2,5Y 4/6), com o aumento das manchas cinzento-claro (5Y 7/1), e marrom forte (7,5YR 4/6), pequenas concreções de ferro de textura silto-argilosa com pouca areia fina, estrutura granular, mais argiloso, mais úmido, firme pouco plástico e ligeiramente pegajoso.
2,70 - 2,90	Material de coloração variegada composta por cinzento-claro (5Y 7/1) e marrom forte (7,5YR 5/6) cada vez mais predominantes com pequenas mesclas de vermelho-escuro-acinzentado (2,5 Y 4/4) de textura bem mais argilosa, muito úmido, macio, duro firme, pouco plástico e ligeiramente pegajoso. Presença de água livre.
2,90 - 3,20	Material de coloração variegada composta por cinzento-claro (5Y 7/1) e marrom forte (7,5YR 5/6) cada vez mais predominantes com pequenas mesclas de vermelho-escuro-acinzentado (2,5 Y 4/4) de textura bem mais argilosa, muito úmido, macio, duro firme, pouco plástico e ligeiramente pegajoso. Presença de água livre.
3,20 - 3,40	Material de coloração variegada composta de cinzento-claro (5Y 7/1) e marrom forte (7,5YR 5/6) de textura muito argiloso-siltoso, muito úmido, massiva, macio, firme, muito plástico.

3,40-3,60	Material de coloração variegada constituída pelo aumento de manchas marrom (7,YR 5/4) e cinza (5Y 6/1) de textura argilo-siltosa, muito seco, muito duro, compacto, muito firme, não plástico, não pegajoso.
3,60 - 5,00	Coloração marrom (7,Y 5/3) e pouca manchas cinzas (5Y 6/1) de textura argilo-siltosa, muito duro, extremamente forte, muito compacto, não plástico, não pegajoso. Fim da Tradagem.

CICATRIZ MB1

Perfil 01 - Localizado na zona mediana da cicatriz - material mobilizado.

Tradagem 02

Profundidade (cm)	Descrição
0 - 20	Coloração variegada composta por manchas vermelhas, cinzas e marrons não identificáveis na tabela de MUNSSEL, muito argiloso, com areia fina, bastante pastoso, pouco plástico e pegajoso. Presença de raízes, restos de escombros, madeira. O material encontra-se muito saturado, havendo em alguns setores escoamento superficial (causado pela destruição da rede de abastecimento de água destruída durante o escorregamento)
0,20 - 0,40	Coloração variegada composta por manchas, vermelhas e cinza-escuro e marrons não identificáveis na tabela de MUNSSEL, muito argiloso, com areia fina, bastante pastoso, muito plástico e muito pegajoso.
0,50	Tradagem interrompida pela presença abundante de água no solo e pela presença de tijolos, pedras presentes na área.

CICATRIZ MB1

Perfil 01 - Localizado na zona mediana do deslocamento - material mobilizado.

Tradagem 03

Profundidade (cm)	Descrição
0 - 20	Coloração variegada composta manchas vermelho-escuro (2,5YR 4/6), bruno forte (7,5YR 5/8) e cinzento-claro (5Y 7/1) muito argiloso, muito úmido, massiva, macio, firme, plástico e ligeiramente pegajoso. Presença de raízes.
0,20 - 0,40	Coloração variegada composta por manchas cinzento-claro (5Y 7/1) que se tornam predominantes, vermelho-escuro (2,5YR 4/6), muito argiloso, muito úmido, massiva, macio, firme, plástico e ligeiramente pegajoso.
0,40 - 0,50	Coloração variegada composta por cinzento-claro (5Y 7/1) predominante, vermelho-escuro, (2,5YR 4/6) e bruno forte (7,5YR 5/8) muito argiloso com pouco de areia fina, muito úmido, massiva, macio, firme, plástico e ligeiramente pegajoso.
0,50 - 0,70	Coloração variegada composta por cinzento-claro (5Y 7/1), bruno forte (7,5YR 5/8) e vermelho-escuro (2,5YR 4/6), muito argiloso com areia fina, muito úmido, massiva, macio, firme, plástico e ligeiramente pegajoso. Presença de raízes e de muita hidromorfia.
0,70 - 0,80	Coloração variegada composta por cinzento-claro (5Y 7/1), bruno forte (7,5YR 5/8), vermelho-escuro (2,5YR 4/6) e pretas (2,5 Y 2,5/1) muito argiloso com areia fina, muito úmido, massiva, macio, firme, plástico, pegajoso com raízes.
0,80 - 0,90	Coloração variegada composta de vermelho-escuro (2,5YR 4/6) bruno forte (7,5YR 5/8) e por cinza (5Y 7/1), de textura argilosa muito compacto com a presença de hidromorfia, massiva, macio, firme, plástico.
1,00	Tradagem Interrompida - presença abundante de água.

CICATRIZ MB1

Perfil 01 - Localizado na zona mediana - material mobilizado.

Tradagem 04

Profundidade (cm)	Descrição
0 - 10	Coloração composta de bruno-avermelhado-escuro (5YR 2,5/2) de textura argilosa com muita areia fina, presença de pequenas concreções de ferro, massiva, úmido, firme, pouco plástico e ligeiramente pegajoso. Presença de matéria orgânica e vidros.
0,10 - 0,30	Coloração variegada composta de bruno-avermelhado-escuro (5YR 2,5/2) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6) com bastante hidromorfia de textura argilosa com areia grossa, presença de pequenas concreções de ferro, massiva, úmido, firme, pouco plástico e ligeiramente pegajoso.
0,30 - 0,70	Coloração variegada composto por coloração muito preto-avermelhado (2,5 Y 2,5/1) com mesclas de bruno-avermelhado-escuro (5YR 2,5/2) e bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6) com bastante hidromorfia de textura argilosa com areia grossa, úmido, firme, muito plástico e pouco pegajoso.
0,70 - 0,80	Coloração variegada composta de vermelho-escuro (2,5YR 4/6) com o aumento das manchas bruno forte (7,5YR 5/8) e por cinza (5Y 7/2), de textura muito argilosa com areia fina, massiva, macio, firme e muito plástico.
0,80 - 0,90	Coloração variegada composta por pequenas mesclas de coloração vermelho-escuro, (2,5YR 4/6) e bruno forte (7,5YR 5/8) que se ampliam, de textura muito argilosa, massiva, macio, firme e muito plástico. Bastante hidromorfizado.
1,00	Fim da Tradagem - presença abundante de água.

CICATRIZ MB1

Perfil 01 - Localizado na zona distal - material mobilizado.

Tradagem 05

Profundidade (cm)	Descrição
0,10 - 0,30	Material de coloração variegada composta por manchas bruno-avermelhado-escuro (5YR 2,5/2) e bruno-amarelado (10YR 5/6), cinza (5Y 6/1) e pretas (2,5 Y 2,5/1), muito argiloso, massiva, muito úmido, firme, compacto, plástico e pegajoso. Presença de matéria orgânica.
0,30 - 0,40	Material de coloração variegada composta por manchas bruno-avermelhado (5YR 3/1) e bruno-amarelado (10YR 5/6), cinza (5Y 6/1) e pretas (2,5 Y 2,5/1), de textura argilosa com pouca areia fina, massiva, pouco úmido, firme, compacto, muito plástico e pegajoso. Presença pedaços de madeira, vidro.
0,50	Fim da Tradagem. Presença de água.

CICATRIZ MB1

Perfil 01 - Localizado na zona distal - material mobilizado.

Tradagem 06

Profundidade (cm)	Descrição
0,10 - 0,50	Material de coloração variegada composta por pretas (2,5 Y 2,5/1) dominantes, mesclas bruno-avermelhado-escuro (5YR 2,5/2) e bruno-amarelado (10YR 5/6) e cinza (5Y 6/1), argilo-siltoso, massiva, muito úmido, solto, muito plástico e ligeiramente pegajoso.
0,60	Fim da Tradagem. Presença abundante de água.

CICATRIZ MB1

Perfil 01 - Localizado na zona distal na parede do Barranco - material mobilizado

Tradagem 07

Profundidade (cm)	Descrição
0,10 - 0,30	Material bastante misturado de difícil identificação na tabela de MUNSEL, apresentando textura argilosa com pouca areia, muito seco, com estrutura granular, duro, firme, compacto com matéria orgânica com a presença difusa de manchas vermelhas, amarelas e cinzas.
0,30 - 0,90	Coloração variegada composta por manchas vermelhas predominantes, amarelas e cinzas de textura mais argilosa sem areia com a presença de raízes, seco, granular, duro, firme e compacto não plástico, não pegajoso.
0,90 - 1,00	Nesse volume a textura continua argilosa sendo que as manchas de coloração cinza esbranquiçada tornam-se predominantes, as manchas marrons também se ampliam enquanto as manchas vermelhas aparecem em menor proporção, o material continua apresentando textura argilosa, ainda seco, granular, duro, firme e compacto, não plástico, não pegajoso.
1,00 - 1,20	Material de textura argilosa, seco, duro, firme, compacto, não plástico, não pegajoso de coloração cinza esbranquiçado dominante com manchas amarelas mais evidentes e discretas mesclas de tonalidade rósea.
1,20 - 2,00	O material continua a apresentar coloração variegada composta por manchas cinza esbranquiçado dominante com o aumento significativo das manchas marrons e discretas manchas vermelhas, seco, duro, firme, compacto, não plástico e não pegajoso.
2,00 - 3,00	Material de textura argilosa, seco, duro, firme, não plástico, não pegajoso de coloração variegada onde as manchas marrons tornam-se predominantes juntamente com as cinzas e as manchas vermelhas tendem a desaparecer.
3,00 - 5,00	Material de textura argilosa, seco, duro, firme, não plástico, não pegajoso de coloração variegada composto por manchas cinzento-brunado-claro (2,5Y 6/2) predominantes, bruno-amarelado (10YR 5/8), sem manchas vermelhas.
5,00 - 7,00	Material de textura argilosa, seco, duro, firme, não plástico, não pegajoso de coloração variegada composto por cinzento-brunado-claro (2,5 Y 6/2) e bruno-amarelado-claro (10YR 6/4) e mesclas vermelhas.

7,00 - 9,00	Material de textura argilosa, seco, duro, firme, não plástico, não pegajoso de coloração variegada composto por cinzento-claro (2,5Y 7/1) com a presença de matéria orgânica.
9,00 - 13,00	Nesse volume o material apresenta uma textura mais argilosa, mais úmido, massiva, macio, firme, ligeiramente pegajoso com coloração variegada composto por manchas cinzas 2,5 Y variando entre 5/2 e 6/2 dominantes, marrons e amarelas.
13,00	Material de textura argilosa, firme, macio, pouco plástico, ligeiramente pegajoso de coloração variegada composta de manchas cinzas esbranquiçadas dominantes, manchas marrons e amarelas. Fim da descrição dado a proximidade com material pastoso que se espalha em forma de leque, fluindo para o interior do canal do rio.

CICATRIZ MB1

Perfil 02 - Superfície de Arranque - zona proximal (material *in situ* - não mobilizado).

Tradagem 01

Profundidade (cm)	Descrição
0,0 - 0,10	Horizonte orgânico de coloração bruno-escuro (7,5YR 3/2) de textura areno-siltosa-argilosa, fraca, solto, não plástico, não pegajoso, com a presença de raízes e intensa atividade biológica.
0,10 - 0,25	Coloração variegada composta por amarelo-avermelhado (5YR 6/8) predominante com mesclas vermelhas de textura silto-argilosa com areia muito fina, granular, seco, duro, muito firme, compacto não plástico, não pegajoso e com a presença de raízes.
0,25 - 0,70	Material de coloração vermelho-escuro (2,5YR 4/6) dominante de textura silto-argilosa à argilosa, granular, seco, duro, firme, pouco compacto, não plástico, não pegajoso e com a presença de muitas fissuras.
0,70 - 1,10	Nesse volume a coloração é variegada composta por vermelho-escuro (2,5YR 4/6) com manchas amareladas cada vez mais claras e com o aparecimento de manchas cinzas (5Y 7/1), mais argiloso, mais úmido, granular, firme, pouco compacto, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.
1,10 - 3,00	Coloração variegada composta por cinzento-claro (5YR 7/1) predominante com mesclas vermelhas e amarelas. Apresentam-se nesse volume manchas pretas (manganês ?) dispersas de textura argilosa, úmido, massiva, firme, plástico e pegajoso.

3,00 - 4,00	Coloração variegada composta por cinza cada vez mais dominante, vermelho e amarelo com o aumento das manchas pretas, presença de forte hidromorfia, muito argiloso, massiva, firme, mais plástico.
4,00 - 5,00	Coloração variegada composta por cinzento-claro (5YR 7/1) e marrom forte (7,5YR 4/6) se ampliando e passando a dominar a medida que se aproxima do fim da tradagem de textura silto-argilosa, granular, muito seco, muito duro, muito firme, extremamente compacto, não plástico e não pegajoso. Fim da Tradagem.

CICATRIZ MB1

Perfil 02 - Localizado na zona mediana - material mobilizado.

Tradagem 02

Profundidade (cm)	Descrição
0,0 - 0,60	Material bastante misturado, não identificável na tabela de MUNSSEL, apresentando coloração variegada composta por manchas vermelhas, marrons e cinzas, estas últimas quase predominantes de textura muito argilosa, massiva, úmido, macio, pastoso e muito plástico.
0,60 - 1,00	Coloração variegada sendo dominante as manchas cinzas e marrons desaparecendo quase por completo as manchas vermelhas de textura argilosa, granular, mais seco, firme, duro, pouco compacto, pouco plástico e pouco pegajoso.
1,10 - 2,00	Nesse volume predominam as manchas cinzas e marrons mais forte de textura argilo-siltosa, granular, muito seco, muito duro, extremamente compacto, não plástico, não pegajoso. Afloramento de água livre entre 1,80 e 2,0.

CICATRIZ MB1

Perfil P1.2.1. - Localizado na zona mediana - material mobilizado.

Profundidade (cm)	Descrição
0 - 0,05	Bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2) de textura areno-argilosa com muita areia fina, granular, pouco úmido, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso com a presença de matéria orgânica.
0,05 - 0,90	Material de coloração vermelho-escuro (2,5YR 4/6) com mesclas cinzas e marrons, apresentando textura mais argiloso-arenosa, granular, pouco úmido, firme, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso, ainda com a presença de raízes.
0,90 - 1,00	Coloração variegada composta por manchas vermelho-escuro (2,5YR 4/6), marrom forte (7,5YR 5/6) e cinzento-claro (5Y/71) de textura argilosa-siltosa com pouca areia fina, massiva, macio, firme, plástico, pegajoso com muita hidromorfia.
1,00 - 1,40	Material de coloração variegada constituída por cinzento-claro (5Y7/1) que passa a dominar com mesclas de vermelho e marrom de textura mais argiloso, massiva, macio, plástico e pegajoso.
1,40 - 1,60	Coloração variegada, material muito misturado não identificável na tabela de MUNSSE L, textura muito argiloso, pastoso, muito plástico e pouco pegajoso.
1,60 - 1,80	Coloração cinzento-claro (5Y7/1) com pequenas e discretas mesclas vermelhas e aumento significativo da cor marrons de textura argiloso-siltosa, massivo, mais seco, mais compacto, duro, firme, pouco plástico e ligeiramente pegajoso.
1,80	Coloração variegada composta por marrom forte (7,5YR 5/8) dominando e cinzento-claro (5Y 6/1), de textura argilo-siltosa, granular, seco, duro, compacto, muito firme, não plástico, não pegajoso. No fim da tradagem foi encontrado a presença de água abundante.

CICATRIZ MB1

Perfil P1.2.2. - Localizado na zona mediana - material mobilizado.

Profundidade (cm)	Descrição
0,0 - 0,25	Material de coloração cinzento-claro (5Y7/1) com mesclas vermelhas e marrons de textura silto-argilosa, seco, duro, firme, compacto, não plástico, não pegajoso.
0,25 - 1,40	Coloração variegada composta por manchas, vermelhas, cinzas e marrons de textura mais argilosa, granular, muito seco, duro, extremamente firme, não plástico, não pegajoso.
1,40 -2,30	Coloração cinzento (5Y 6 /1) e marrom forte (7,5YR 5/6) desaparecendo as manchas vermelhas de textura argilosa, massiva, pouco seco, duro, firme, não plástico, não pegajoso.
2,30 - 2,40	Coloração cinzento (5Y 6 /1) e marrom forte (7,5YR 5/6), textura argilosa, massiva, mais úmido, duro, firme, não plástico, não pegajoso.
2,40 - 2,45	Material apresentando coloração cinzento (5Y 6 /1) e marrom forte (7,5YR 5/6), textura argilosa com areia grossa, formado grânulos , duro, firme, plástico, ligeiramente pegajoso com a presença de hidromorfia.
2,45 - 2,50	Material apresentando coloração variegada constituída de cinzento (5Y 6 /1) e marrom forte (7,5YR 5/6), textura argilosa com areia grossa em maior quantidade, granular, duro, firme, plástico, ligeiramente pegajoso com a presença de hidromorfia.
2,50 - 2,80	Material apresentando coloração variegada composta por marrom forte (7,5YR 5/6) que tornam-se dominantes e cinzento (5Y 6 /1), textura silto-argilosa com areia grossa em maior quantidade, granular, duro, firme, pouco plástico, ligeiramente pegajoso com a presença de água abundante a 2,70 m.

CICATRIZ MG3

Perfil 01 - Superfície de Arranque (entre os pontos i e j)

Profundidade (cm)	Descrição
0 - 10	Camada asfáltica com a presença no topo do barranco de inúmeras fissuras de até 0,5 cm de largura e 150 metros de extensão com terracetes laterais com 0,40 , 2,0 e 4,0 metros respectivamente.
10 - 50	Coloração variegada composta de bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4), bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6) e cinza-brunado-claro (2,5 Y 6/2) com um pouco de areia fina de textura silto-argilosa, firme, compacto, ligeiramente pegajoso com a presença de muitas raízes de diâmetros variando entre 0,01cm e 0,80 cm e intensa atividade biológica.
50 - 80	Coloração variegada composta de bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4), bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6) e cinza-brunado-claro (2,5 Y 6/2) de textura areno-argilo-siltosa, maciça, solto, friável, ligeiramente pegajoso e plástico. Aparecimento de uma delgada camada de 0,05 cm de uma areia muito fina de coloração cinzento muito escuro (2,5 Y 3/1).
80 - 1,10	Coloração variegada composta de bruno-avermelhado-escuro (5Y 3/4) mais homogêneo e bruno-avermelhado-escuro (10YR 4/6) com textura areno-silto-argilosa, bastante compacto, massiva, firme, mais argilos e ligeiramente pegajoso e plástico.
1,10 - 2,60	Coloração variegada formada por bruno-avermelhado-escuro (10YR 4/4), predominantes com pequenas mesclas vermelhas (5YR 3/4) de textura silto-arenosa, macio, friável, pegajoso, bastante argilosos.
2,60 -2,80	Coloração variegada composta de bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4) e cinza-claro (2,4Y 7/1) tornando-se mais predominante com pequenas manchas pretas (manganês ?) com textura argilo-siltosa, massiva, firme, pouco plástica, ligeiramente pegajoso com a presença de finas raízes.
2,80 - 3,00	Coloração variegada de textura argilo-siltosa, maciça, ligeiramente plástico e pegajoso, não identificável na tabela de Soil Color Charts (MUNSSSEL), presença de mesclas laranjas e cinzas, sendo as cinzas predominantes.
3,20 - 4,00	Coloração variegada semelhante a anterior, intensificando-se as manchas laranjas e pretas com maior predominância das manchas cinzas com textura bastante argilosa, massiva, duro, firme, muito plástico e pegajoso.
4,00 - 4,20	Coloração cinza-claro 2,5 y 7/2) predominando com manchas laranjas e pretas (manganês ?) de textura argilo-siltosa, maciça, duro, firme, muito plástico e pegajoso. Fim da Tradagem.

CICATRIZ MG3

Perfil 02 - Superfície de Arranque (entre os pontos m e n)

Profundidade (cm)	Descrição
0 - 50	Coloração variegada composta de bruno-amarelado (5YR 4/4), bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6) e cinza-brunado-claro (2,5 Y 6/2) com areia muito fina de textura silto-arenosa, firme, compacto, ligeiramente pegajoso com a presença de raízes finas e médias.
50 - 1,00	Coloração variegada composta de bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4), mesclado de bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6) e cinza-brunado-claro (2,5 Y 6/2) de textura silto-arenosa com um pouco de argila, firme, compacto, ligeiramente pegajoso com a presença de raízes.
1,00 - 1,10	Coloração variegada constituída de bruno-avermelhado-escuro (5Y 3/4), mesclado de bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4) e cinza-brunado-claro com textura silto-arenosa, com pouca argila, maciça, friável, ligeiramente pegajoso.
1,10 - 1,20	Coloração variegada composta de bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4), mesclado de bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4) e cinza-brunado-claro com textura silto-argilosa com pouca areia fina, úmido, maciça, friável.
1,20 - 2,00	Coloração variegada composta de bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4), mesclado de bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4) e cinza-brunado-claro com textura silto-argilosa com pouca areia fina, maciça, friável, ligeiramente plástico e pegajoso.
2,00 -2,30	Coloração variegada composta de bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4), mesclado de bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4) e cinza-brunado-claro com textura silto-argilosa com pouca areia fina, com microporos, seco, maciça, friável, ligeiramente plástico e pegajoso.
2,30 - 3,00	Coloração variegada constituída de bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6) e cinza-claro (2,5Y 7/2) com textura silto-argilosa com pouca areia fina, mais úmido, maciça, firme, plástico e ligeiramente pegajoso. Fim da Tradagem.

CICATRIZ MG3

Perfil 03 - Localizado na Parede do Deslocamento (entre os pontos p e q)

Profundidade (cm)	Descrição
0 - 10	Camada asfáltica com a presença no topo do barranco de inúmeras fissuras de até 0,5 cm de largura e 150 metros de extensão com pequenos terracetes laterais entre 0,05 e 0,10 cm.
0,10 - 2,50	Coloração vermelho muito escuro (2,5YR 3/6), acinzentado (2,5YR 2,5/4) com pouca argila de textura areno-siltosa; maciça, macio, muito friável, não pegajoso e não plástico com a presença de raízes de 0,03mm de diâmetro. Presença também de pedaços de tijolo, asfalto, vidro e plástico.
2,50 - 2,60	O material apresenta coloração bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4), homogêneo com pouca argila de textura areno-siltosa; maciça, macio, macio, friável, ligeiramente pegajoso e não plástico.
2,60 - 3,00	Material de textura silto-argilosa de coloração bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6) bastante homogêneo com areia fina; maciça, macio, friável, ligeiramente pegajoso e não plástico.
3,00 - 4,00	Material de coloração variegada composta por bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6) com mesclas de cinza claro (2,5Y 7/2) e bruno-forte (7,5 Y 5/8) quase imperceptíveis a princípio tornando-se mais evidente e vivo a medida que se aprofunda. Apresenta textura silto-argilosa com pouca areia fina, massiva, macio, firme, pouco plástico e ligeiramente pegajoso. Fim da tradagem.

CICATRIZ MG2

Perfil 04 - Superfície de Arranque (entre os pontos a e b)

Profundidade (cm)	Descrição
0 - 10	Camada asfáltica com a presença no topo do barranco de inúmeras fissuras de até 0,5 cm de largura e 50 metros de extensão com pequenos terracetes laterais 0,40, 0,80 e 4,00 metros de altura respectivamente.
0,10 - 3,20	Coloração variegada composta de bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4), bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6) e cinza-brunado-claro (2,5 Y 6/2) com um pouco de areia fina de textura silto-argilosa, com areia fina, firme, compacto, ligeiramente pegajoso.
3,20 - 3,50	Material de coloração variegada composta de vermelho-amarelado (5YR 4/6) e cinzento (2,5 Y 5/1) de textura silto-argilosa com pouca areia fina, firme, compacto, ligeiramente pegajoso, pouco plástico apresentando pedaços de vidro e plástico.
3,50 - 4,00	Nessa espessura o material apresenta coloração bastante homogênea de cinzento (2,5 Y 5/1) de textura areno siltosa com pouca argila, maciça, macio, friável, ligeiramente pegajoso, não plástico.
4,00	O material apresenta coloração cinzenta (2,5Y 5/1) predominado com textura silto-argilosa, maciça, firme, pegajoso e plástico.