

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

**O CONTROLE ESTRUTURAL COMO ELEMENTO DE
DIRECIONAMENTO DE VOÇOROCAS NA BACIA COLÔNIA
ANTÔNIO ALEIXO – MANAUS (AM)**

MANAUS
2011

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

RELATÓRIO FINAL

**O CONTROLE ESTRUTURAL COMO ELEMENTO DE
DIRECIONAMENTO DE VOÇOROCAS NA BACIA COLÔNIA
ANTÔNIO ALEIXO – MANAUS (AM)**

Bolsista: Fabiana Torma de Almeida, FAPEAM

PIB-H/0040/2010

Orientador: Prof. Dr. Antonio Fábio Guimarães Vieira

MANAUS
2011

AGRADECIMENTOS

Não poderia deixar de agradecer a todos que colaboraram de alguma forma para a realização desta pesquisa. Aos colegas de PIBIC, Armando Brito da Frota Filho, Jessyca Mikaelly Benchimol de Andrade, que me acompanharam nos campos dando apoio. Ao amigo mestrando Nonato Aquino que nos acompanhou a campo. Ao meu orientador, o professor Dr. Antônio Fábio Guimarães Vieira, que compartilhou seus conhecimentos comigo, orientou-me pacientemente e levou-me aos campos. Ao professor Dr. Clauzionor Lima da Silva, que teve papel primordial para a conclusão desta pesquisa auxiliando na elaboração dos mapas, diagramas e compartilhando seus conhecimentos geológicos. Agradeço a todos os professores do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Amazonas. Aos amigos e colegas da turma de Geografia de 2008. Agradecimentos especiais ao meu marido, Julio Cesar Ramos, que tão pacientemente me apoiou nas madrugadas de estudo e nos momentos mais estressantes.

MUITO OBRIGADA A TODOS

RESUMO

O controle estrutural sobre voçorocas é feito por falhas, juntas ou estruturas da rocha que possibilitam o desenvolvimento de feições erosivas. Conhecer e compreender a ação dessas falhas geológicas é de extrema relevância para as áreas urbanas, pois elas favorecem o deslocamento de camadas e superfícies topográficas e alteram a morfologia da paisagem. No entanto, pouco se sabe sobre a interferência do controle estrutural nos processos de voçorocamento em Manaus, sendo este o primeiro estudo realizado sobre este assunto. A presente pesquisa está inserida em um projeto maior intitulado *Os processos de erosão acelerada (voçorocas) e a relação com as juntas e falhas geológicas em Manaus (AM)*, aprovado pelo Programa de infra-estrutura para jovens pesquisadores Programa Primeiros Projetos – PPP (FAPEAM/2009) que propõe verificar a existência de relação entre controle estrutural e voçorocas para toda a cidade de Manaus. O presente estudo se propõem a analisar a influência do controle estrutural no direcionamento das voçorocas encontradas na Bacia Colônia Antônio Aleixo-Manaus-AM. Como resultado mapas de lineamentos de relevo e de drenagem foram construídos. Constatou-se que os lineamentos de drenagem seguem direções predominantes NW-SE, SE-NW, N-S e E-W. Já os lineamentos de relevo seguem as direções predominantes NW-SE, SE-NW, NE-SW, SW-NE. Foi verificado o direcionamento de evolução das voçorocas encontradas na área de estudo, as quais seguem preferencialmente as orientações NW-SE, N-S, W-E, E-W, SW-NE. Por meio da presente pesquisa verificou-se que existe uma relação entre os lineamentos estruturais, a orientação de evolução das voçorocas e um sistema de falhas regionais de orientação preferencial NW-SE, NE-SW, N-S e E-W. O sentido de evolução das voçorocas nem sempre acompanha o sentido da falha. Ainda assim, é possível afirmar que esses lineamentos interferem diretamente na evolução dessas incisões, favorecendo a sua ampliação.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
1.1 Área de estudo	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
CRONOGRAMA.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Bacia Colônia Antônio Aleixo	8
Figura 2 – Formas mais comuns de voçorocas	16
Figura 3 – Mapa de drenagem da Bacia Colônia Antônio Aleixo	23
Figura 4 – Mapa de lineamentos da Bacia Colônia Antônio Aleixo.....	24
Figura 5 – Diagrama de roseta com direcionamento dos lineamentos de drenagem.....	25
Figura 6 – Mapa de curva de nível da área de estudo	26
Figura 7 – Perfil topográfico com direção NW-SE	27
Figura 8 – Perfil topográfico com direção SW-NE	27
Figura 9 – Mapa de lineamento do relevo	28
Figura 10 – Diagrama de roseta com direcionamento dos lineamentos do relevo	29
Figura 11 – Voçoroca próxima à fábrica do Distrito Industrial 2.....	30
Figura 12 – Voçoroca contida.....	31
Figura 13 – Voçoroca com falha no interior	32
Figura 14 – Comparação entre as orientações de evolução das voçorocas da área de estudo e as orientações de juntas e falhas	35

LISTA DE QUADROS E GRÁFICOS

Gráfico 1 –Principais orientações das voçorocas da Bacia Colônia Antônio Aleixo	34
Quadro 1 –Correlação entre lineamentos, orientações de voçorocas e sistemas de falhas	35

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que a ação geológica tem contribuição quanto ao direcionamento de voçorocas exercendo certo controle estrutural e que essa interferência varia de acordo com o material de origem do solo (BEAVIS, 2000).

O controle estrutural sobre voçorocas é feito por falhas, juntas ou estruturas da rocha que possibilitam o desenvolvimento de feições erosivas.

Conhecer e compreender a ação dessas falhas geológicas é de extrema relevância para as áreas urbanas, pois elas produzem deslocamento de camadas e superfícies topográficas e alteram a morfologia da paisagem. No entanto pouco se sabe sobre a interferência do controle estrutural nos processos de voçorocamento e em Manaus este é o primeiro estudo realizado sobre este assunto.

Quanto ao estudo das voçorocas em Manaus, até meados da década de 80 do século XX, pouca ou nenhuma pesquisa havia sido realizada. Somente com Vertamatti e Barancoski (1987) é que se tem o início dos estudos a esse respeito. Os referidos autores descrevem os problemas relacionados às voçorocas em dois aeroportos na Amazônia (Santarém e Manaus).

Desde então vem surgindo outros trabalhos (VIEIRA e LIMA, 1995; VIEIRA, 1996; VIEIRA, 1999; NAVA, 1999; LIMA, 1999; VIEIRA, 2002; SANTOS JUNIOR, 2002; VIEIRA *et al*, 2004, VIEIRA e ALBUQUERQUE, 2004, MOLINARI e VIEIRA, 2004; MUNIZ *et al*, 2004; VIEIRA e MOLINARI, 2005; VIEIRA, 2008; entre outros) que vêm contribuindo para a melhor compreensão sobre o problema.

A área de estudo desta pesquisa foi escolhida devido à constatação em pesquisas (VIEIRA, 2008) de que na Bacia Colônia Antônio Aleixo encontram-se cerca de 54% de todas as voçorocas presentes na área urbana de Manaus. Sendo este um dado importante e que precisa ser melhor verificado, surge o desenvolvimento do presente projeto de pesquisa que tem como objetivo geral analisar a influência do controle estrutural no direcionamento das voçorocas encontradas na Bacia Colônia Antônio Aleixo.

Os objetivos específicos são: a) Identificar os principais lineamentos estruturais existentes na Bacia Colônia Antônio Aleixo; b) Determinar a orientação das voçorocas existentes; c) Correlacionar os lineamentos estruturais com a orientação das voçorocas.

A importância desta pesquisa está no fato de conseguir compreender a dinâmica do surgimento e direcionamento de feições erosivas por voçorocamento a fim de auxiliar no planejamento e melhor gestão da área da bacia estudada, evitando assim perdas e danos que este tipo de feição ocasiona quando não há um bom planejamento urbano em torno dessas áreas.

Vale destacar que a presente proposta de pesquisa está inserida em um projeto maior intitulado ***Os processos de erosão acelerada (voçorocas) e a relação com as juntas e falhas geológicas em Manaus (AM)***, submetido ao Programa de infra-estrutura para jovens pesquisadores Programa Primeiros Projetos – PPP (FAPEAM/2009) que propõe verificar a existência de relação entre controle estrutural e voçorocas para toda a cidade de Manaus.

1.1 ÁREA DE ESTUDO

A área está localizada na Bacia Colônia Antônio Aleixo, zona Leste de Manaus. A área abrange o bairro de mesmo nome, parte dos bairros Distrito Industrial 2, Puraquequara, São José do Operário, Jorge Teixeira e Tancredo Neves (figura 1).

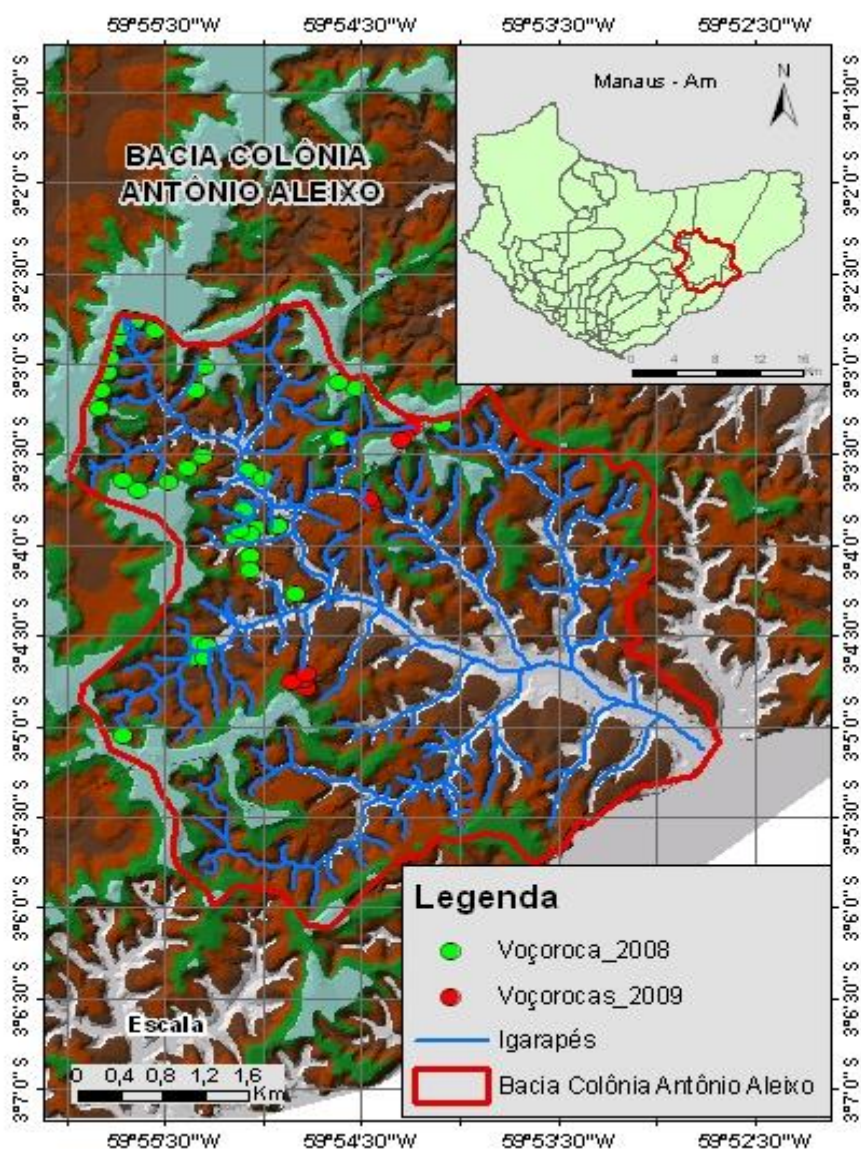


Figura 1: Bacia Colônia Antônio Aleixo. (FARIAS, 2010).

ASPECTOS URBANOS

O bairro Colônia Antônio Aleixo iniciou oficialmente em 1942 com a construção de vinte e três pavilhões feitos para abrigar e isolar os portadores de hanseníase. Com o tempo, parentes dos doentes também foram morar no local. O bairro criado com o estigma da lepra permaneceu isolado por muito tempo e até hoje enfrenta muitos problemas urbanísticos, como a falta de água, precariedade de ônibus, e outros problemas estruturais. A população está estimada em 20.000 habitantes (FIGUEIRA *et al.*, 2005).

O bairro Distrito Industrial 2 surgiu da ampliação do bairro Distrito Industrial, o qual se iniciou a Lei nº 3.173, de 06 de Junho de 1957, que colocou no papel um projeto visado há muitos que queria integrar a Amazônia à economia nacional. Com o aumento das instalações industriais no bairro houve a necessidade de ampliar o bairro criando-se então a 2ª etapa do bairro. Atualmente o Distrito Industrial II conta com um amplo parque industrial além de diversas comunidades que foram invadindo o local e se consolidando (FIGUEIRA *et al.*, 2005).

O Puraquequara muitas vezes confundido como sendo outro município devido seu afastamento da cidade. O bairro do Puraquequara, cujo nome tem origem indígena vem da palavra *puraquê* que significa peixe no buraco, foi fundado graças ao esforço da irmã Gabriele, religiosa que lutou para tentar levar o desenvolvimento ao lugar. O bairro ficou muitos anos esquecido pelo poder público que só pavimentou a estrada de acesso ao bairro em 1997. Devido a esse descaso o local tem sérios problemas de infraestrutura até hoje (FIGUEIRA *et al.*, 2005).

O São José Operário foi o segundo bairro a surgir na zona Leste entre o final da década de 70 e início da década de 80, sendo ocupado, no princípio, por ribeirinhos oriundos do interior do Estado e da periferia da cidade. A ocupação da área foi marcada por lutas pela posse das terras que envolviam moradores, grileiros e o poder público. Desta forma, o assentamento cresceu de forma desordenada, causada pela falta de uma política de assentamentos urbanos e de melhorias na infraestrutura. A urbanização de fato só teria início a partir de 1982. Hoje o bairro apresenta razoável nível da urbanização, com shoppings, agências bancárias, drogarias, escolas e postos de atendimento médico (FIGUEIRA *et al.*, 2005).

O Jorge Teixeira fundado no dia 14 de março de 1989 e assim como a maioria dos bairros da Zona Leste de Manaus surgiu devido a invasões. Jorge Teixeira sobrevive economicamente baseado em seu comércio de estivas localizado no início da Avenida Penetração. Assim como muitos bairros da capital vive os conflitos como à falta de assistência no setor de energia, água, saneamento e segurança pública (FIGUEIRA *et al.*, 2005).

O bairro Tancredo Neves surgiu através da ocupação das áreas localizadas na estrada que ligava o São José Operário à Cidade Nova, hoje Avenida Autaz Mirim, antiga Grande Circular, em meados da década de 80. Em 1987, já contava com cerca de dez mil moradores, grande parte originários do interior do Estado ou de outros bairros da cidade.

Em uma pesquisa realizada pelo no ano de 2004, visando diagnosticar as condições socioeconômicas do Tancredo Neves, foi constatado que 92% das ruas são pavimentadas (apesar da má qualidade do asfalto), 86% das moradias são servidas por água encanada (embora esta não chegue com

regularidade, variando muito o horário) e 97 % são beneficiados com energia elétrica. Também foi constatado que 53% dos jovens dos 15 aos 17 anos, não freqüentam a escola o que indica que avançar para o ensino médio não é uma realidade para todos os moradores do bairro. Além disso, 76% dos moradores diziam-se insatisfeitos com os serviços públicos oferecidos (FIGUEIRA *et al.*, 2005).

ASPECTOS NATURAIS

A litologia da cidade de Manaus é constituída predominantemente pela Formação Alter do Chão, a qual é composta de arenitos, argilitos, siltitos, quartzos com níveis de conglomerados, dominação avermelhada, e idade cretácea. A rocha principal é o arenito Manaus, a qual é composta por arenitos e siltitos silicificados, geralmente avermelhados ou esbranquiçados, apresenta estratificações plano-paralela e cruzada. Também são encontrados fragmentos de madeira, marcas de raízes e restos de carvão. O arenito Manaus é bastante utilizado em construções como brita.

Inserida no Planalto da Amazônia Oriental, esse relevo localmente não ultrapassa os 120 metros de altura e é classificado como interflúvio tabular, cortado por uma rede de canais (VIEIRA, 2008).

Segundo Vieira e Molinari (2006), a geomorfologia da região encontra-se na Porção do Planalto da Amazônia Oriental. Pode-se observar que os topos dos platôs variam de 200 m a 1200 m de comprimento. Esses platôs são bastante dissecados devido ao alto grau de erosividade das chuvas que desgastam a superfície rochosa de modo mais intenso e rápido do que os

demais processos exogenéticos. As encostas são predominantemente convexas com grande declividade entre o platô e os vales encaixados, sob os quais se desenvolvem uma extensa rede de canais.

A Bacia Colônia Antônio Aleixo tem como canal principal o igarapé Colônia Antônio Aleixo, o qual é um dos afluentes do Rio Negro. A direção da Bacia é NW-SE.

A vegetação regional se caracterizava pela extensa floresta amazônica, a qual apresenta inúmeras fisionomias tornando essa floresta uma província fitogeográfica bem individualizada, complexa, heterogênea e frágil caracterizada pela floresta tropical úmida e se caracteriza por uma floresta fechada que interage com os diversos solos, bem como, as variações no regime de chuvas (CARNEIRO, 2004). No entanto, devido a expansão urbana essa vegetação vem diminuindo consideravelmente, resultando no surgimento de “ilhas verdes” – áreas que não sofreram desmatamento e mantém características originais.

Em Manaus, a temperatura média compensada anual na área urbana fica em 26,7° C, com média das máximas em 31,5° C e médias das mínimas em 23,2° C (AGUIAR, 1995), sendo que a temperatura máxima absoluta fica em torno de 38° C, a mínima perto dos 16° C (NIMER, 1989) e a umidade relativa próxima de 83% (média anual). Nos meses de janeiro a maio as maiores umidades relativas foram observadas (média de 87%) e as menores nos meses de agosto e setembro com 76% (AGUIAR, 1995).

Quanto ao solo são evidenciadas duas principais classes: os *Latossolos* e os *Espodosolos*, sendo que o primeiro é um tipo de solo bem envelhecido, profundo, de cor amarelada e tipicamente caulínico. Os *Latossolos*

apresentam variações de cor amarela a vermelho-amarela e possuem maior representatividade em Manaus (VIEIRA, 2008).

Já os *Espodosolos* apresentam horizontes de areia branca que podem atingir alguns metros de espessura, sua consistência é solta, costuma surgir nas encostas e acompanha os principais cursos d'água. A campinarana é a vegetação típica desses solos (LEAL, 1996).

Uma outra classe de solo, o *Argissolo*, ainda é descrita por Leal (1996) como sendo também freqüente em Manaus. Este tipo de solo apresenta horizonte B nodular com aproximadamente 1 m de espessura, sendo encontrado a 1,3 m de profundidade. Sua consistência é porosa, muito dura e com drenagem moderada.

Os três tipos de solo descritos acima apresentam baixos teores de cátions trocáveis o que indica processo de lixiviação intenso. Quanto a mineralogia esses solos não apresentam variação considerável (LEAL, 1996).

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

Erosão do solo

A erosão é um processo desencadeante da degradação do solo, geralmente iniciada pela retirada da cobertura vegetal. Consiste no processo de desagregação e transporte de sedimentos e suas formas mais comuns são a hídrica e a eólica (ARAÚJO *et al.*, 2008).

A erosão hídrica é causada pela ação da água da chuva que pode escoar superficial ou subsuperficialmente carregando partículas de solo. O superficial pode ocorrer de duas formas preferenciais, a laminar e a linear (ARAÚJO *et al.*, 2008).

O escoamento laminar é o primeiro estágio do processo erosivo, trata-se de um fluxo mais ou menos regular e difuso. A água que escoar tende a se acumular nas depressões e a criar pequenas incisões no solo causando o surgimento de ravinas (GUERRA *et al.*, 2005).

O escoamento linear é o próximo passo ao escoamento laminar, em que ocorre uma concentração do fluxo. Essa concentração diminui a velocidade do escoamento e ocorre um aprofundamento do pequeno canal por onde o fluxo escoar. Há também um acúmulo de pequenos sedimentos nesses canais que se atritam com os sedimentos transportados resultando em aumento da erosão (GUERRA *et al.*, 2005).

Outros processos também são desencadeadores de feições erosivas como o salpicamento, arraste de partículas por percolação, arraste de partículas por fluxos concentrados em túneis ou dutos, entre outros.

Erosão por voçorocamento

As voçorocas são feições erosivas nas encostas que apresentam queda em bloco das camadas do solo, paredes verticais e fundo plano, formando secção transversal em **U** e profundidade superior a 1,5 m (VIEIRA, 2008), pode ocorrer fluxo de água no seu interior durante eventos chuvosos. Algumas podem ser tão profundas que alcançam o lençol freático (GUERRA, 1998). Os mecanismos que causam as voçorocas atuam em escalas temporais e espaciais (OLIVEIRA, 2010).

Os estudos sobre voçorocamento na cidade de Manaus se intensificaram na década de 90 e muitos trabalhos importantes têm sido desenvolvidos até o momento dentre eles destacam-se *Cadastramento das voçorocas do Distrito Industrial II – Manaus/AM* (VIEIRA et al., 1999), *Impactos Ambientais Urbanos: causas e conseqüências das voçorocas do Distrito Industrial II – Manaus/AM* (MUNIZ, 2004), *Monitoramento de voçorocas a partir da técnica poligonais planimétricas na área do Distrito Industrial II – Manaus/AM* (SILVA, 2004), entre outros.

Segundo Vieira (2008) entre a década de 1970 a 2000 ocorreu um aumento considerável na malha urbana de Manaus coincidindo com o surgimento dos processos erosivos mais intensos na cidade. Ainda segundo ele existem 91 voçorocas ativas em Manaus. Entende-se por ativas aquelas que apresentam feições de retrabalhamento denunciando o crescimento da voçoroca e sua instabilidade.

Classificação das voçorocas quanto ao tipo e forma

As voçorocas podem ser classificadas quanto ao tipo (OLIVEIRA, 1992), conforme descrição abaixo:

- Conectadas: são aquelas ligadas a rede de drenagem
- Desconectadas: não estão ligadas a nenhuma rede de drenagem
- Integradas: ocorre a junção dos dois tipos anteriores em uma mesma voçoroca.

Voçorocas também podem ser classificadas quanto a forma em: a) Linear; b) Bifurcada; c) Ramificada; d) Irregular; e) Retangular (VIEIRA, 2008).

A **figura 2** exemplifica cada uma das formas descritas.

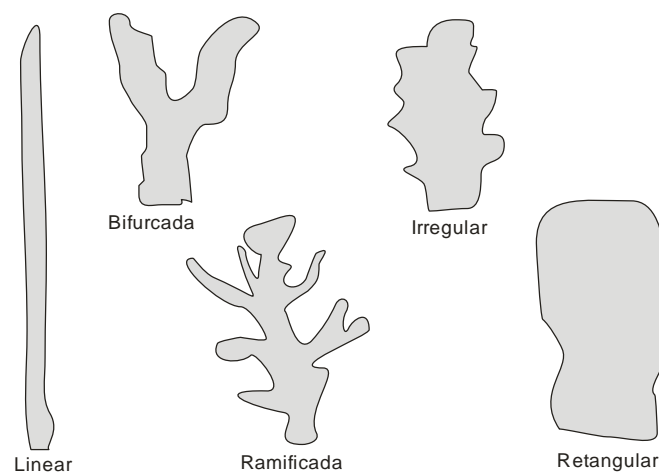


Figura 2 – Formas mais comuns de voçorocas
Fonte: VIEIRA, 2008.

Controle estrutural

Concernente a questão geológica, o presente projeto tem como foco a interferência de falhas, as quais serão detectadas mediante o mapeamento dos lineamentos estruturais, para isso faz-se necessário uma breve elucidação sobre o assunto.

Juntas ou diáclases: “são planos ou superfícies de fraturas que dividem as rochas e ao longo dos quais não ocorreu deslocamento das paredes rochosas paralelamente aos planos de fraturas, ou se este deslocamento ocorreu, ele foi mínimo ou não visível” (LOCZY e LADEIRA, 1976, p. 76).

Falhas: “...são fraturas ou cisalhamentos, ao longo de cujos planos as paredes rochosas se deslocam entre si” (LOCZY e LADEIRA, 1976, p. 81). Para que se considere a existência de uma falha é essencial a ocorrência de movimento diferencial entre os blocos, paralelo a superfície da fratura. São consideradas superfícies isoladas, de pequena ou grande extensão que resultam de deformações rúpteis nas rochas (TEIXEIRA, 2003). O desenvolvimento de falhas está relacionado a atividade sísmica no passado. Geralmente o falhamento pode resultar de compressão, distensão ou torção. Falhas podem atingir dimensões variadas, variando de milímetros a vários quilômetros.

Seguindo a classificação por parâmetros geométricos existem vários tipos de falhas, no entanto as mais comuns são as normais, inversas e transcorrentes.

Lineamento: é uma feição linear simples ou composta da superfície, na qual as partes estão alinhadas em arranjo retilíneo ou suavemente curvilíneo,

que difere distintamente do padrão das feições adjacentes e que reflete, presumivelmente, um fenômeno da subsuperfície (O'LEARY *et al.*, 1976).

As feições lineares possuem grande importância no estudo da tectônica de uma região, pois refletem sua estrutura crustal.

Neotectônica

Destacando o papel da neotectônica na configuração da paisagem amazônica Igreja (2003) evidencia que na área da Grande Manaus, na confluência do Rio Negro com o Solimões, as juntas geológicas que ocorrem em sedimentos modernos têm relação genética com feições neotectônicas, áreas e/ou direções de risco podendo propiciar eventos de erosão acelerada (IGREJA *et al.*, 2010).

A megaestruturação dos rios amazônicos, por exemplo, obedecem à uma distribuição ordenada e previsível no contexto de um grande sistema de falhas transcorrentes destrais. Falha transcorrente constitui uma fratura rúptil simples que apresenta deslocamento principal horizontal. Por outro lado um sistema de falha transcorrente é composto por numerosas falhas transcorrentes inter-relacionadas cinemática e geometricamente (IGREJA, 2000).

Igreja (2000) refere-se também à existência de juntas como elemento de destaque para o desenvolvimento de processos erosivos acelerados, uma vez que constituem planos de fraquezas para os desabamentos e como caminhos preferenciais da água.

Os principais direcionamentos das juntas em Manaus estão ligados ao modelo Neotectônico Amazônico Atual (Transcorrente Destral) onde se verifica uma relação direta com o direcionamento estrutural da região. Essas juntas

estão relacionadas às grandes falhas que cortam a cidade de Manaus (IGREJA, 2000).

Aspectos geológicos

Manaus está assentada em sedimentos arenosos e areno-argilosos da formação Alter do Chão. No topo do perfil ocorrem o horizonte laterítico desenvolvido e solo ou colúvio amarelado. A região caracteriza-se por inúmeras ocorrências de falhas normais, predominando as direções NW-SE e NE-SW, falhas transcorrentes e inversas nas direções N-S e E-W também são observadas (SILVA, 2005).

Estudos mostram que a atuação de falhas geológicas causam mudanças significativas na paisagem amazônica, podendo inclusive influenciar na dinâmica fluvial dos rios, como exemplo tem-se mega migração do Rio Solimões, surgimento e desaparecimento de bancos de areia, o desmoronamento de margens e o abandono do leito de rio (SILVA e ROSSETTI, 2009).

Segundo Silva (2005) falhas normais, paralelas à direção do Rio Negro, podem ser observadas na região da margem leste da cidade, próximo ao Rio Puraquequara. O conjunto de falhas normais, que cortam o pacote caulínítico Alter do Chão, mostra orientação preferencial N50W/60SW e possuem suave basculamento dos blocos para nordeste.

Na zona leste, nas imediações da Avenida Grande Circular os estratos areno-argilosos e caulíníticos encontram-se deformados e rotacionados por uma série de falhas. Esse arranjo de falhas normais tem direção NE-SW com mergulho tanto para sudeste quanto para noroeste (SILVA, 2005).

Em estudos realizados na Austrália foram detectadas as influências que o controle estrutural pode ter com relação às feições erosivas, onde se constatou que a força da correlação existente entre voçorocas, orientação e articulação do material subjacente varia de acordo com o material que deu origem ao solo (BEAVIS, 2000).

Estudos realizados na Bacia do Rio das Pedras no Paraná indicam que os elementos geológico-estruturais, como as linhas de fraturas por exemplo, são um importante fator condicionante de orientação preferencial dos canais de drenagem. Apresentam caráter sistemático e se refletem apontando trajetórias que são mais facilmente erodíveis, delineando assim a rede de drenagem fluvial. No entanto a natureza do fraturamento e a densidade do mesmo desempenham papel importante, pois a concordância entre as direções de fratura e as tendências dos fluxos dos canais pode estar relacionados a esses fatores (LIMA, 1999).

A fim de verificar se há controle estrutural, além da observação direta em campo é necessária uma verificação em mapa que detalhe o desenvolvimento das voçorocas nos lineamentos estruturais, para confirmar a relação falhas/juntas *versus* direcionamento das voçorocas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia empregada neste trabalho seguiu uma abordagem sistêmica: os dados coletados foram analisados isoladamente e em conjunto, tanto no que se refere às interações entre os vários componentes do quadro natural quanto em relação aos aspectos antrópicos. Procurou-se entender como cada um dos elementos físicos naturais e humanos contribuiu nos processos de voçorocamentos (surgimento e expansão).

A primeira etapa compreendeu o levantamento do material bibliográfico pertinente, a aquisição de cartas topográficas, imagens de satélite e mapas temáticos através de consulta a trabalhos (dados secundários) que tratam de aspectos físicos naturais.

Foram consultadas bibliografias referentes ao tema erosão e controle estrutural para embasamento teórico.

Visitas a campo foram realizadas para descrever e caracterizar as voçorocas da área de estudo.

A fim de construir os mapas de lineamentos estruturais na área estudada foi necessária a extração da rede de drenagem e das curvas de nível. Esses procedimentos foram realizados utilizando imagem de modelo de elevação (MDE) SRTM, no entanto antes de iniciar os procedimentos foi realizada a correção dos dados da imagem SRTM com auxílio dos programas SRTMfil, GlobalMapper 12 e BLACKART.

Após feita a correção da imagem iniciou-se o processo de extração da drenagem, no qual foi utilizado o programa ArcGis 9.3 através da ferramenta Hydrology.

O mapa com as curvas de nível foi obtido por meio do programa Global Mapper 12. Perfis topográficos da área de estudo também foram gerados no programa Global Mapper 12.

Após esses procedimentos passou-se a parte da integração dos dados obtidos, a fim de extrair os lineamentos de drenagem e de relevo. Esses lineamentos foram identificados de forma manual no programa ArcGis9.3.

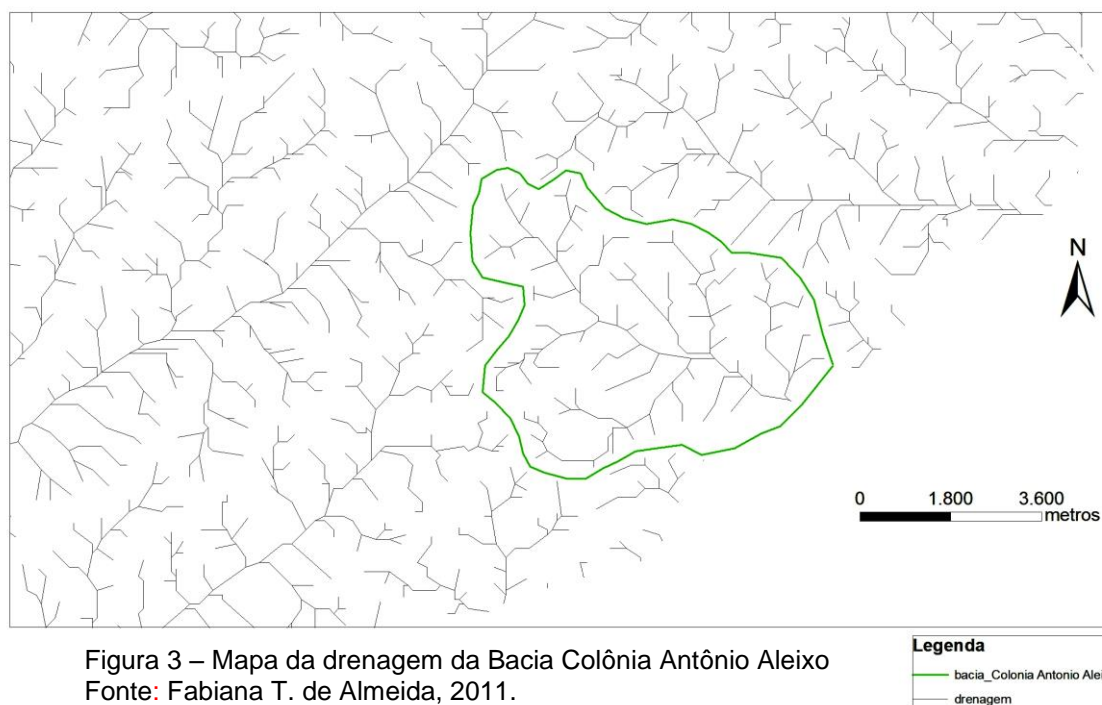
A verificação da direção dos lineamentos e os diagramas de roseta utilizados foram realizados com programa Er Mapper 7.1. Os diagramas de roseta mostram as variações das orientações agrupadas em classes, segundo a frequência de ocorrência em determinadas direções.

Num segundo momento foram ordenados os dados coletados em campo referentes à orientação das voçorocas a fim de verificar se coincidem com a orientação dos lineamentos (dados primários).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio do mapa de drenagem da bacia Colônia Antônio Aleixo (figura 3) constatou-se que a drenagem é do tipo dendrítica, a qual configura-se semelhante a ramos de uma árvore, apresenta rios inseqüentes, que aparentemente não são controlados por fatores estruturais ou topográficos (SUGUIU; BIGARELLA, 1990).

MAPA DA DRENAGEM DA BACIA COLÔNIA ANTÔNIO ALEIXO



A orientação principal dos canais é sentido NW-SE, a qual segue um padrão de lineamentos já descrito por Sternberg (1950) no trabalho intitulado “Vales tectônicos na Planície Amazônica”. Ainda segundo Fernandes Filho (1996) há um arcabouço tectônico da região de Manaus com falhas normais também nessa direção.

O mapa apresenta os lineamentos dos canais paralelos na margem do Rio Negro, os quais se caracterizam por cursos de água que fluem quase paralelamente uns aos outros, esse padrão de drenagem revela a presença de declividade unidirecional e localiza-se onde há presença de vertentes com declividades acentuadas ou onde há controle estrutural.

O mapa abaixo (figura 4) revela os lineamentos encontrados dentro e nas adjacências da bacia.

MAPA DA DRENAGEM DA BACIA COLÔNIA ANTÔNIO ALEIXO

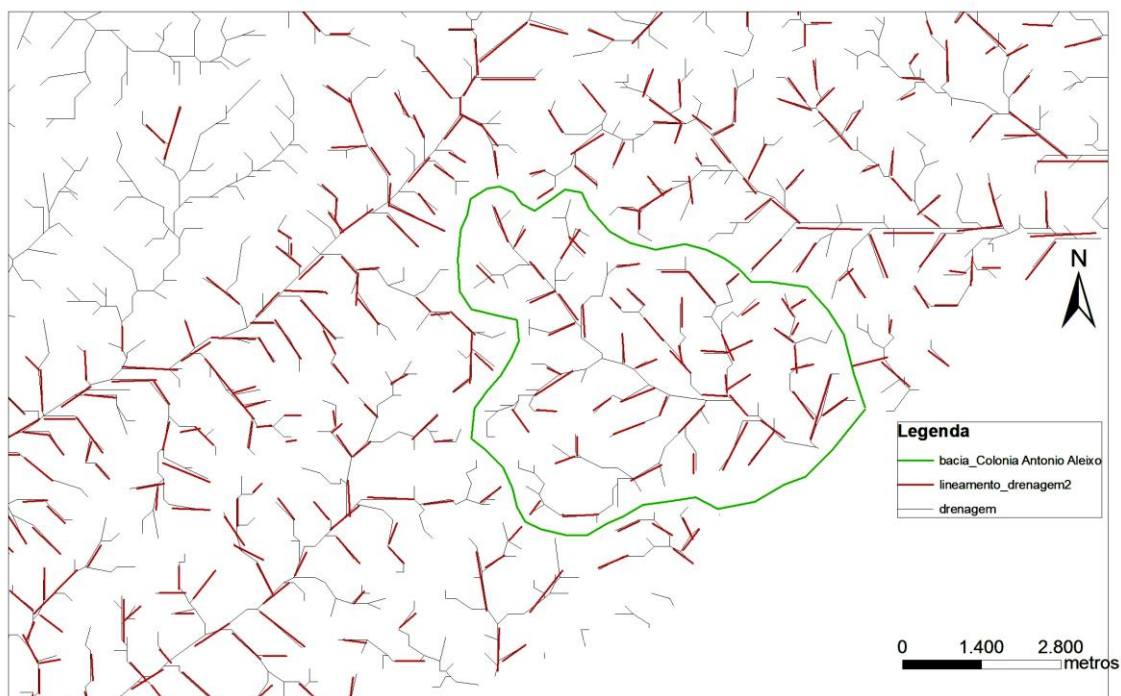


Figura 4 – Mapa de lineamento da drenagem da Bacia Colônia Antônio Aleixo

Fonte: Fabiana T. de Almeida, 2011.

A importância dos lineamentos é que eles podem estar refletindo um controle estrutural por falhas na área estudada.

Com o auxílio do diagrama de rosetas foi possível identificar as direções principais dos lineamentos encontrados a fim de correlacioná-los com o

direcionamento das voçorocas. De acordo com os lineamentos encontrados foi gerado o diagrama de rosetas abaixo.

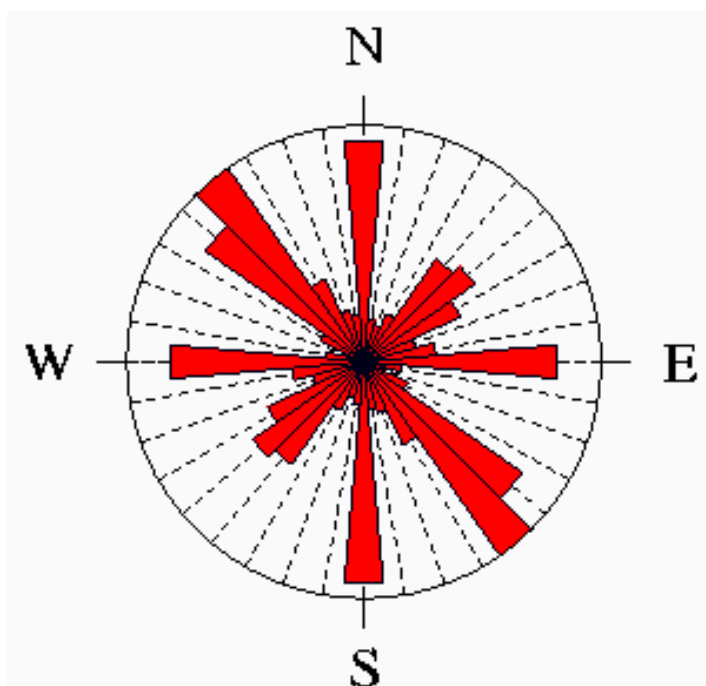


Figura 5 – Diagrama de roseta com direcionamento dos lineamentos de drenagem

Fonte: Fabiana T. de Almeida, 2011.

Ao todo foram traçados 367 lineamentos e observa-se que a maior frequência de orientações ocorre nas direções NW-SE, SE-NW, N-S e E-W, no entanto, foram encontrados lineamentos em outras direções também.

A direção principal dos lineamentos - NW-SE - está associada com os canais tributários da bacia e o canal principal. Canais de cabeceira da drenagem estão associados com a direção E-W, e os lineamentos na direção NE-SW estão relacionados com os canais paralelos ao Rio Negro.

Um segundo produto gerado foi o mapa de relevo, um modelo de elevação tridimensional, com as curvas de nível do local estudado (figura 6). O

mapa de curvas de nível associado a um modelo de elevação tridimensional serve para revelar a altimetria do relevo, diferenciando platôs e vales.

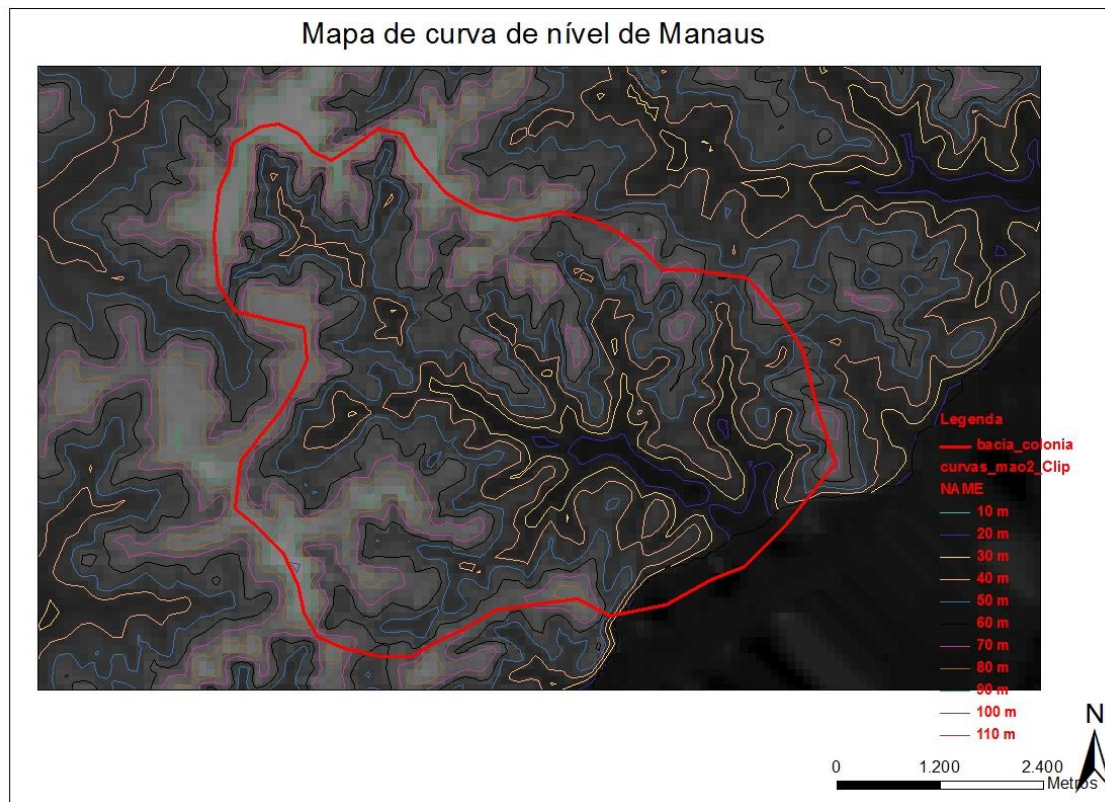


Figura 6 – Mapa de curva de nível da área de estudo
 Fonte: Fabiana T. de Almeida, 2011

As características do relevo da área estudada revelam forte influencia no desenvolvimento de processos erosivos e surgimento de voçorocas. Conforme demonstrado no mapa a porção Leste de Manaus, porção na qual se encontra a Bacia Colônia Antônio Aleixo, apresenta platôs pouco dissecados em relação as outras zonas da cidade, as maiores altitudes de Manaus também estão localizadas nessa área em que os platôs encontram-se nas cotas de 60, 65, 75, 85, 95 e 100 m, com suas extensões variando de 140 m até pouco mais de 4,850 km, com larguras compreendidas entre 73 m e 1,025 km (VIEIRA, 2008) .

A seguir encontra-se o perfil topográfico (figura 7) na direção NW-SE, mesma direção preferencial dos canais da área de estudo.

PERFIL TOPOGRÁFICO COM DIREÇÃO NW-SE

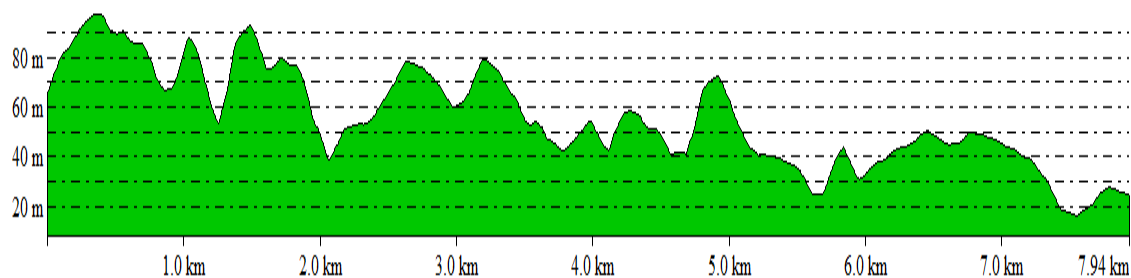


Figura 7 – Perfil topográfico com direção NW-SE
Fonte: Fabiana T. de Almeida, 2011

Observa-se que ao longo do canal principal da bacia a maior altitude não ultrapassa os 90 metros, localizando-se na nascente da bacia, a menor altitude não chega a 20 metros e localiza-se na foz da bacia.

Outro perfil foi gerado com a direção SW-NE (figura 8), transversalmente a direção dos canais.

PERFIL TOPOGRÁFICO COM DIREÇÃO SW-NE

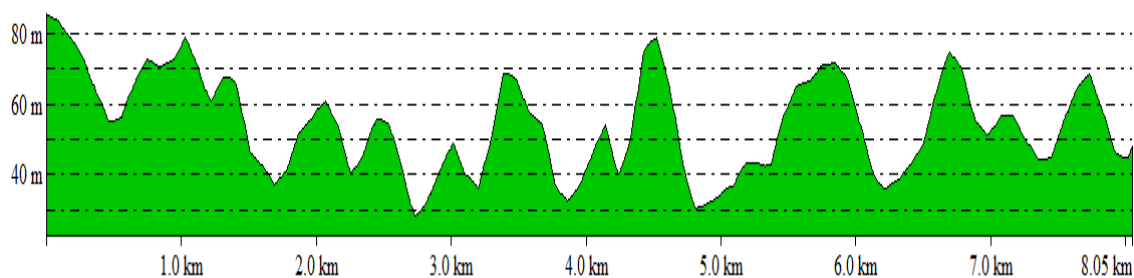


Figura 8 – Perfil topográfico com direção SW-NE
Fonte: Fabiana T. de Almeida, 2011

Este perfil demonstra uma oscilação grande do relevo, com altitudes máximas superiores aos 80 metros e mínimas próximas aos 30 metros. Quanto ao comprimento das encostas dos platôs da Zona Leste verificou-se que não ultrapassam 420 m. Predominam encostas com forte declividade, alguns vales muitas vezes não ultrapassam os 9 m de largura, podendo chegar a pouco mais de 280 m. Essas características resultam em relevo com grandes declividades (entre 25° e 45°), caracterizado também pela existência de encostas convexas (VIEIRA, 2008).

O mapa de lineamentos (figura 9) foi criado observando as curvas de nível e as continuidades do relevo.

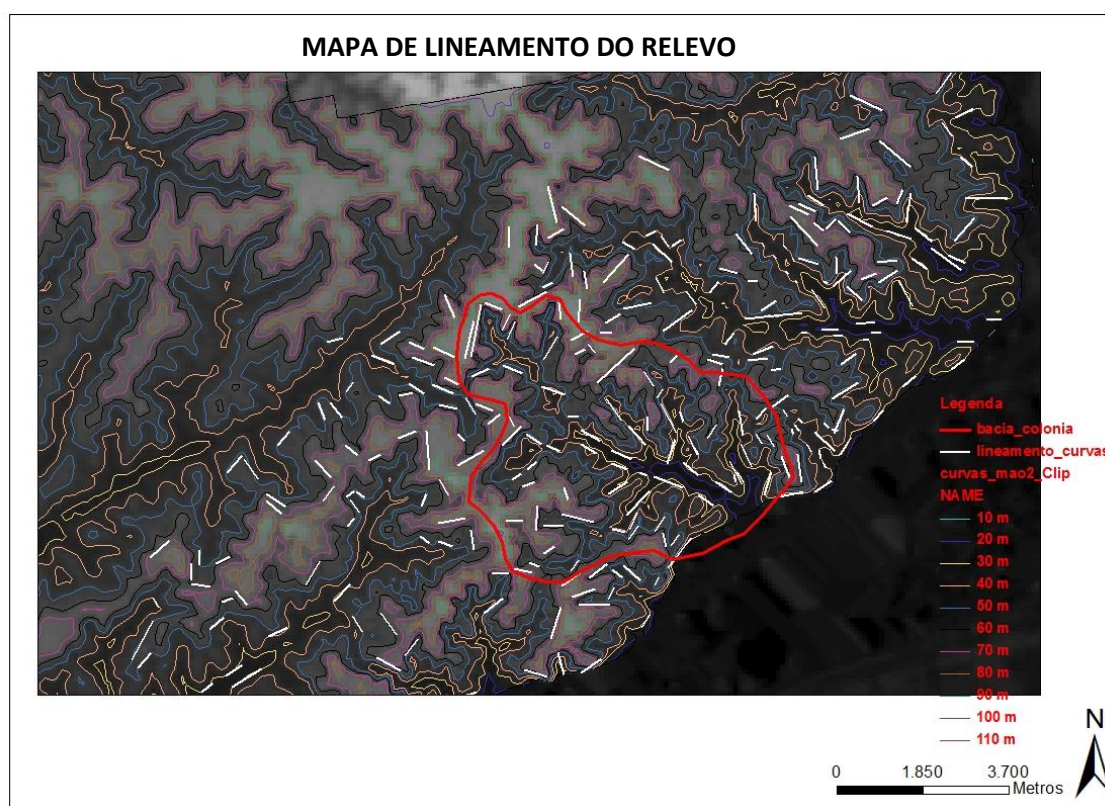


Figura 9 – Mapa de lineamento do relevo
Fonte: Fabiana T. de Almeida, 2011

As direções dos lineamentos encontrados estão descritas no diagrama de rosetas (figura 10).

Ao todo foram traçados 299 lineamentos de relevo na área ilustrada no mapa, e foram encontrados lineamentos em quase todas as direções.

Observa-se que há uma predominância dos lineamentos nas direções NE-SW, SW-NE, NW-SE, SE-NW, mas também ocorrem lineamentos nas direções N-S e W-E.

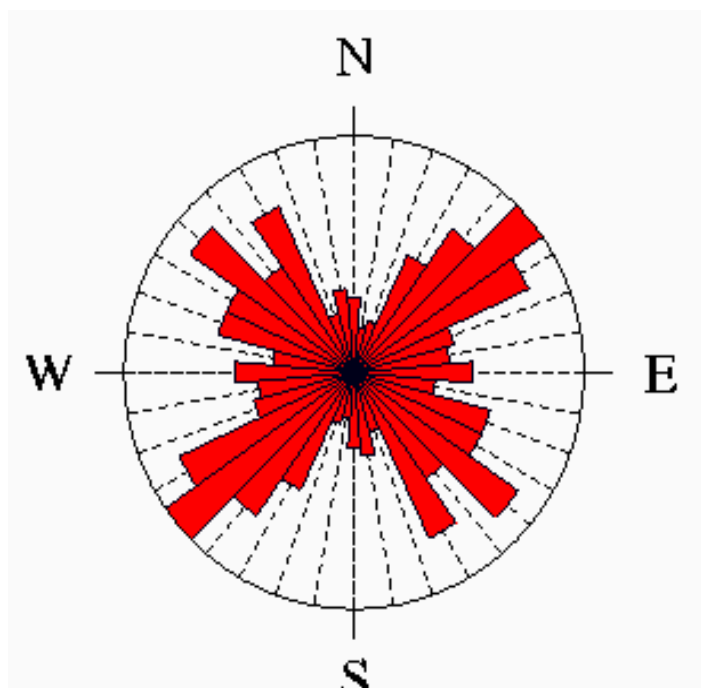


Figura 10 – Diagrama de roseta com direcionamento dos lineamentos do relevo
Fonte: Fabiana T. de Almeida, 2011.

DADOS DAS VOÇOROCAS

Observou-se que a maioria das voçorocas encontradas na área de estudo encontra-se no bairro Distrito Industrial (39 no total) e segundo Vieira

(2008) isso pode ter relação com a expansão da cidade que ocorreu sem planejamento adequado, pois o bairro foi expandido no final da década de 80 para receber novas indústrias que se estabeleciam em Manaus, ficou abandonada por mais de 10 anos, período em que os processos erosivos começaram a produzir os vários tipos de feições ali existentes, como as voçorocas, principalmente nas áreas desmatadas e terraplanadas e nas saídas d'águas das canaletas.

Somente no início deste século é que algumas empresas começaram a se instalar, ocorrendo em meados de 2003 á ocupação mais intensa da área. No entanto essa ocupação não acarretou no surgimento de mais incisões erosivas, pois estas estão relacionadas ao sistema de drenagem já existente e às características do relevo.

As voçorocas dessa área não apresentam tantos riscos à população, pois a maioria não se localiza próximas a moradias, mas sim próximas à fábricas (figura 11).



Figura 11 – voçoroca próxima a fábrica do Distrito Industrial 2
Fonte: Fabiana T. de Almeida, 2011

No entanto, apesar do pouco risco à população esse foi o local que mais se verificou contenção de voçorocas, parte realizada pelo poder público e parte pelo setor privado. Ao todo das 39 voçorocas encontradas anteriormente apenas 15 continuam ativas. A figura 12 exemplifica uma dessas voçorocas contidas pelo poder público.



Figura 12 – Voçoroca contida
Fonte: Fabiana T. de Almeida, 2011

No local foram feitos terraços cobertos com gramíneas e plantadas mudas de árvores a fim de proteger o solo. Também foram instaladas canaletas com várias caixas coletoras e dissipadores de velocidade da água, as quais acompanham toda a encosta.

Nem todas as voçorocas foram contidas de maneira adequada como esta, em muitas outras a contenção foi feita apenas encobrendo o local com terra e lixo. Este tipo de ação tende a ser apenas paliativa, pois logo surgirá outra incisão ou a mesma retornará como foi o caso de uma voçoroca supostamente contida em que outra surgiu ao lado do local da “contenção”.

Por meio de verificação em campo constatou-se a presença de falhas no interior das voçorocas, essas falhas são facilmente identificadas pela escarpa de falha bastante visível. A figura abaixo (figura 13) ilustra bem a escarpa de falha do tipo normal.

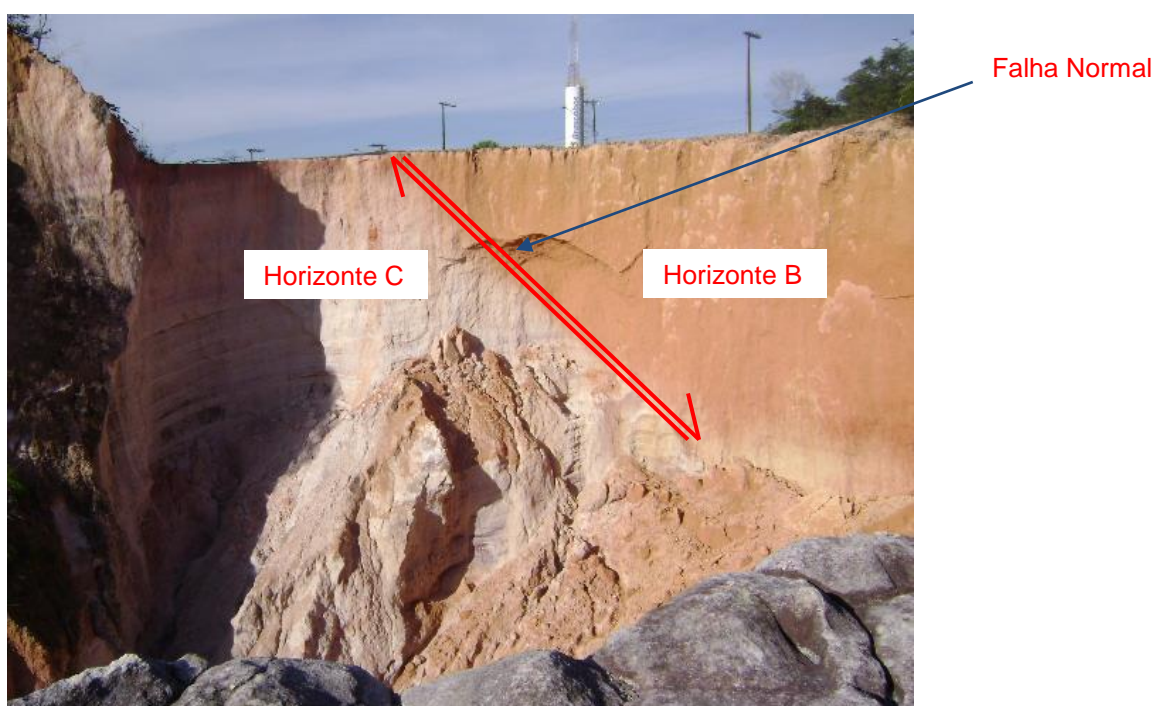


Figura 13 – Voçoroca com falha no interior
Fonte: Fabiana T. de Almeida, 2011

Por meio de fotografias de trabalhos anteriores sobre as voçorocas da Bacia Colônia Antônio Aleixo, foi possível verificar a mesma configuração do solo acima, em que o horizonte C está deslocado para a parte de cima do

pacote, ao lado do horizonte B, configurando assim a presença de falha no local.

Ao todo 8 voçorocas apresentam esse tipo de controle estrutural, por falhas no interior. No entanto ao verificar em campo não foi possível identificar mais de duas voçorocas com falhas visíveis, pois as outras encontravam-se contidas ou cobertas com vegetação ou lixo, impedindo a observação do perfil do solo que denunciaria a presença das falhas.

Ao iniciar a pesquisa acreditava-se que o número de voçorocas ativas em toda a Bacia Colônia Antônio Aleixo seria de 49, porém após verificação em campo constatou-se que apenas 19 continuam ativas apresentando algum tipo de feição de retrabalhamento em seu interior. Foram contidas ao todo 29 voçorocas e duas se uniram formando apenas uma voçoroca do tipo bulbiforme.

DIRECIONAMENTO DAS VOÇOROCAS

Verificou-se que as orientações de evolução das voçorocas encontradas na área de estudo seguem um direcionamento predominante N-S, W-E, E-W, SW-NE, NW-SE. Quase todas essas orientações correspondem as mesmas orientações de um sistema regional de falhas descritas por Silva (2005), as quais seguem as orientações N-S, W-E, NW-SE, e NE-SW. O gráfico abaixo demonstra todas as orientações de evolução das voçorocas encontradas na área de estudo.

GRÁFICO COM AS ORIENTAÇÕES DAS VOÇOROCAS DA BACIA COLÔNIA ANTÔNIO ALEIXO

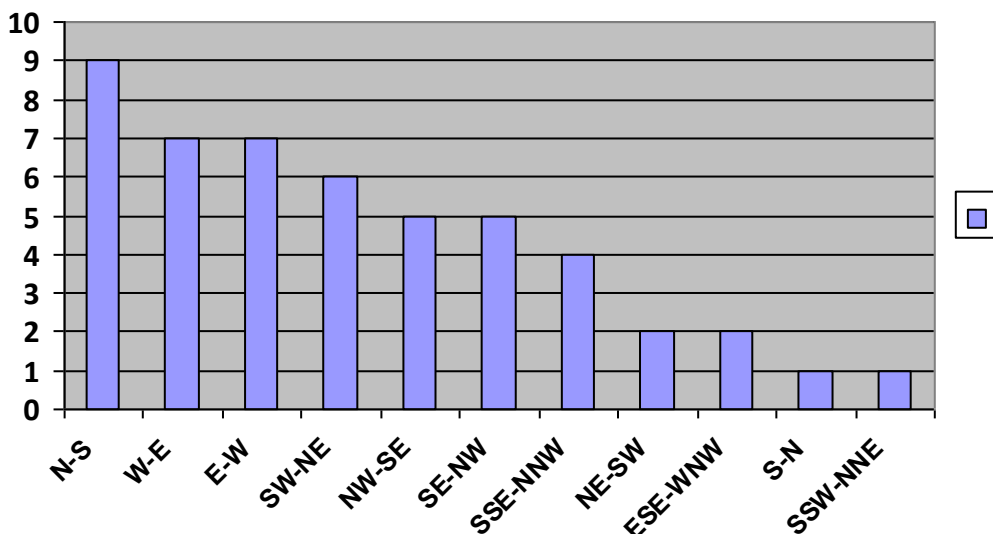


Gráfico 1 – Principais orientações das voçorocas da Bacia Colônia Antônio Aleixo
 Fonte: Fabiana T. de Almeida, 2011.

Abaixo se encontra gráfico de roseta (figura 14) com os direcionamentos de orientação das voçorocas da área de estudo em comparação com os direcionamentos das principais falhas na região de Manaus, segundo Igreja (2000).

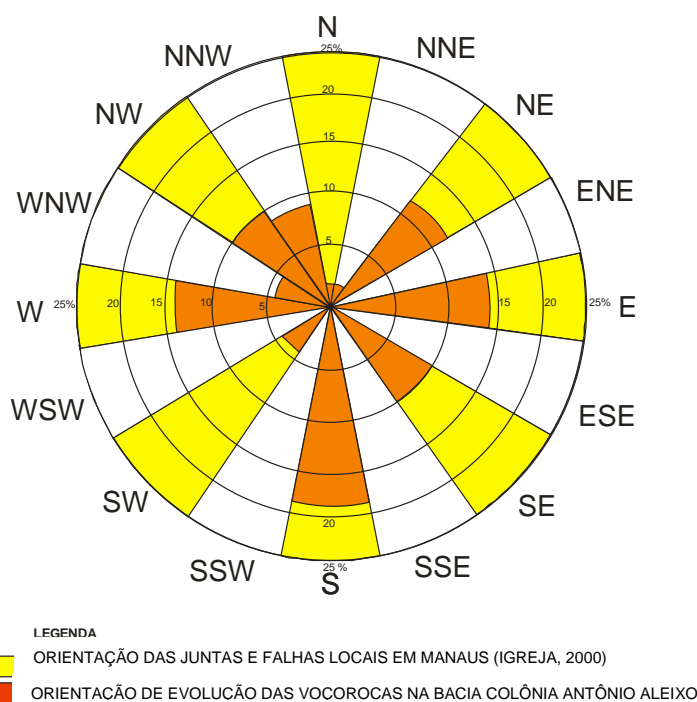


Figura 14 – Comparação entre as orientações de evolução das voçorocas da área de estudo e as orientações de juntas e falhas de Manaus
 Fonte: Fabiana T. de Almeida

É possível observar a maioria dos direcionamentos das voçorocas coincide com as direções das falhas e juntas descritas por Igreja (2000), no entanto somente 8 voçorocas apresentam falhas verificadas em campo no seu interior. Há ainda algumas voçorocas que tem direção de evolução SSW-NNE, SSE-NNW e ESSE-WNW, as quais não coincidem com os direcionamentos de falhas descritos por Igreja, portanto não estariam sofrendo nenhum tipo de controle estrutural.

RELAÇÃO ENTRE OS DIRECIONAMENTOS DOS LINEAMENTOS DA DRENAGEM, DAS CURVAS DE NÍVEL COM AS DIREÇÕES DAS ORIENTAÇÕES DAS VOÇOROCAS

Com o auxílio dos mapas e diagramas construídos foi possível verificar que as direções dos lineamentos de drenagem e de relevo são compatíveis com as orientações das voçorocas e com o sistema de falhas descrito por Silva (2005), os quais estão na direção NW-SE. Há compatibilidade de direções entre os lineamentos de drenagem natural e de relevo, entre os lineamentos de drenagem e as orientações das voçorocas, entre lineamentos de relevo e orientação das voçorocas, entre os lineamentos de drenagem, as orientação das voçorocas e o sistema de falhas regional (**Quadro 1**).

QUADRO 1 - CORRELAÇÃO ENTRE LINEAMENTOS, ORIENTAÇÕES DE VOÇOROCAS E SISTEMA DE FALHAS

	NW-SE	SE-NW	N-S	E-W	NE-SW	SW-NE	W-E
LINEAMENTO DE DRENAGEM	X	X	X	X			
LINEAMENTO DE RELEVO	X	X			X	X	
ORIENTAÇÃO DAS VOÇOROCAS	X		X	X		X	X
SISTEMA DE FALHAS REGIONAL	X		X		X		X

Fonte: Fabiana T. de Almeida, 2011.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da relação entre lineamentos estruturais que apontam para possíveis sistemas de falhas e a orientação de evolução das voçorocas ainda é algo novo que precisa ser melhor estudado, pois poucos estudos foram feitos a esse respeito e no caso de Manaus este foi o primeiro estudo realizado.

Por meio da presente pesquisa verificou-se que existe uma relação entre os lineamentos estruturais, a orientação dos direcionamentos de evolução das voçorocas e um sistema de falhas regionais já descrito por Silva (2005)

Por meio de visitas à campo constatou-se a existência de falhas do tipo normal, identificadas no interior de algumas voçorocas. No total de 49 voçorocas existentes nessa bacia, 29 foram contidas e somente 19 estavam ativas. Do número total, 8 apresentaram relação com falhas. Desse grupo, o sentido de evolução das voçorocas nem sempre acompanha o sentido da falha. Ainda assim, é possível afirmar que esses lineamentos interferem diretamente na evolução dessas incisões, favorecendo a sua ampliação.

Sem exceção, as voçorocas dessa bacia, tiveram uma origem comum, o sistema de drenagem pluvial. Assim, mesmo as voçorocas que apresentam ligação com falhas, se expandem preferencialmente no mesmo sentido dos sistemas de drenagens pluviais. As falhas existentes desempenham um papel importante na expansão tanto longitudinal quanto transversal nas voçorocas. No entanto há muito a se fazer, a entender melhor essa relação (falhas e voçorocas em Manaus).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BEAVIS, S. G. Structural controls on the orientation of erosion gullies in mid-west, New South Wales Australia. In: **Rev. Geomorphology**. n. 33. 2000. p. 59-72.

CARNEIRO, V. M. C..**Composição florística e análise estrutural da floresta primária de terra firme na bacia do rio cuiriras**.Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA)/ Universidade Federal do Amazonas (UFAM), 2004. 67 p.

FARIAS, A. S. **Morfometria das encostas e processos de voçorocamento na Bacia Colônia Antônio Aleixo – Manaus-AM** (Projeto de Iniciação Científica). UFAM/PROPESC, 2010. 15 p.

FERNANDES FILHO, L.A. **Geologia, mineralogia, geoquímica dos lateritos de Manaus-Amazonas**. Belém, 1996. 96p. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia)-Centro de Geociências da Universidade Federal do Pará.

FIGUEIRA, M.; POLARI, J.. **Manaus 336 anos**. Jornal do Comércio, Manaus, 22-24, outubro, 2005. p. 1-60.

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

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

IGREJA, H. L. S.; CARVALHO, J. A. L. e FRANZINELLI, E.. Aspectos das terras caídas na região Amazônica. In: **REBELLO, A. (Org.). Contribuições teórico-metodológicas da Geografia Física**. Manaus-AM: EDUA, 2010. p. 135-153.

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

LIMA, A. G. de. **Orientações de canais na Bacia do Rio das Pedras (Guarapuava-PR)**. Rev. Geociências. São Paulo.18 (2). p. 245-259. 1999.

LOCZY, L. de; LADEIRA, E. A. Conceitos básicos de Geologia Estrutural. In: **Geologia estrutural e introdução à Geotectônica**. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 1976. p. 1-101.

MACHADO, R. e SILVA, M, E. Estruturas em rochas. In: **TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. ; FAIRCHILD, T. R. e TAIOLI, F. (Orgs.). Decifrando a Terra**. 2º Reimpressão. São Paulo: Oficina de Textos, 2001. p. 399– 41.

MUNIZ, L. da S.; VIEIRA, A.F.G. e ALBUQUERQUE, A.R. da C. (2004). Voçorocas do Distrito Industrial 2 – Manaus (AM). In: **V Simpósio Nacional de Geomorfologia e I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia**. (Anais). Santa Maria: UGB/UFSM. p. 150-165.

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

OLIVEIRA, M. A. T. Processos erosivos e preservação de áreas de risco por voçorocas. In: GUERRA, J. T.; SILVA, A. S. DA; BOTELLHO, R. G. M. (Organizadores). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 339 p.

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

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

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

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

SILVA, C. L. **Análise da tectônica cenozóica da região de Manaus e adjacências**. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Departamento de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro- SP. 2005. 285 p.

SILVA, C. L.; ROSSETTI, D. F.. **História geológica dos rios na Amazônia**. In: Revista da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – 61 n. 3, p.24-26, julho, agosto, setembro. 2009.

STERNBERG, H.O.R. **Vales tectônicos na planície amazônica.** Revista Brasileira de Geografia, v. 12, n0. 4, p. 3-26,1950.

SUGUIU, K.; BIGARELLA, J. J.. **Ambiente fluvial.** Florianópolis: Editora da UFSC e UFPR, 1990. 2. ed.

VIEIRA, A. F. G. **Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (AM):** Principais fatores controladores e impactos urbano-ambientais. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2008. p. 310.

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

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

VIEIRA, A.F.G; CUNHA, R.P. da; MARINHO, J.C.; COSTA, J.de F. (1999). **CADASTRAMENTO DAS VOÇOROCAS DO DISTRITO INDUSTRIAL 2 - MANAUS (AM).** In: **9ª Semana de Geografia do Amazonas. Anais.** Manaus: UFAM/DEGEO/EDUA.

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

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

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