



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**CARTOGRAFIA DAS ATIVIDADES DE EXTRAÇÃO DE
MINERAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E
QUALIFICAÇÃO DO GRAU DE DEGRADAÇÃO
AMBIENTAL NA REGIÃO DE MANAUS-AM**



MANOEL JUARES SIMÕES CARDOSO

Orientador: Prof. Dr. Osmar Abílio de Carvalho Jr.

Brasília – DF 2008

MANOEL JUARES SIMÕES CARDOSO

**CARTOGRAFIA DAS ATIVIDADES DE EXTRAÇÃO DE
MINERAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E
QUALIFICAÇÃO DO GRAU DE DEGRADAÇÃO
AMBIENTAL NA REGIÃO DE MANAUS-AM**

Dissertação de Mestrado submetida ao Departamento de Geografia da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Geografia.

Linha de Pesquisa: “Gestão Ambiental e Territorial”.

Orientador: Prof. Dr. Osmar Abílio de Carvalho Jr.

Brasília – DF 2008

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**CARTOGRAFIA DAS ATIVIDADES DE EXTRAÇÃO DE
MINERAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E
QUALIFICAÇÃO DO GRAU DE DEGRADAÇÃO
AMBIENTAL NA REGIÃO DE MANAUS-AM**

MANOEL JUARES SIMÕES CARDOSO

Orientador: Prof. Dr. Osmar Abílio de Carvalho Jr.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Osmar Abílio de Carvalho Jr. – Presidente
Universidade de Brasília – UnB
Departamento de Geografia – GEA

Pesquisador Dr. Éder de Souza Martins – Examinador Externo
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA CERRADOS

Prof. Dr. Roberto Arnaldo Trancoso Gomes – Examinador Interno
Universidade de Brasília – UnB
Departamento de Geografia – GEA

Prof. Dr. Renato Fontes Guimarães – Examinador Suplente
Universidade de Brasília – UnB
Departamento de Geografia – GEA

Dissertação aprovada em 16 de junho de 2008.

FICHA CATALOGRÁFICA

CARDOSO, MANOEL JUARES SIMÕES

Cartografia das Atividades de Extração de Minerais Utilizados na Construção Civil e Qualificação do Grau de Degradação Ambiental na Região de Manaus-AM, 110 p., 297 mm, (UnB-IH-GEA, Mestrado, Geografia, 2008).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Departamento de Geografia.

1. Degradação ambiental
2. Mineração
3. Recuperação de áreas degradadas
4. Controle ambiental
5. Geoprocessamento

I. UnB-IH-GEA II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Cardoso, Manoel Juares Simões. Cartografia das Atividades de Extração de Minerais Utilizados na Construção Civil e Qualificação do Grau de Degradação Ambiental na Região de Manaus-AM. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade de Brasília, 2008. 126 p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Manoel Juares Simões Cardoso.

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Cartografia das Atividades de Extração de Minerais Utilizados na Construção Civil e Qualificação do Grau de Degradação Ambiental na Região de Manaus-AM.

GRAU/ANO: Mestre/2008.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Manoel Juares Simões Cardoso

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais Manoel(Turibe) (in memorian) e Francisca
Aos meus queridos irmãos e irmãs
A minha bela e querida esposa Nilzilene Rosa de Lima Cardoso*

“Um dia quando as pessoas acreditarem ou perceberem que as experiências de vida de outros servirão também para elas, terão mais acertos na vida e, com certeza, sofrerão menos. Segue este aviso principalmente aos dependentes químicos ou qualquer outra pessoa que esteja atrás de aventuras comprometedoras”.

AGRADECIMENTOS

Não seria de mais agradecer a todos aos autores de livros, artigos, dissertações e teses, bem como aos palestrantes em encontros acadêmicos e, principalmente, ao corpo de professores, dos curso de Geografia, Geologia e Engenharia Florestal, que nos possibilitaram reunir e assimilar conhecimentos para poder dar início e concluir esta dissertação.

Agradeço à Prefeitura de Manaus, na pessoa do Sr. Vice-Prefeito de Manaus, o Sr. Mário Frota, por conceder, mesmo contra a vontade da direção da secretaria em que trabalho, a liberação para desenvolvimento desta Dissertação e à FAPEAM pela concessão da bolsa RH-PÓSGRADUAÇÃO. À UnB, em especial ao Departamento de Geografia – GEA, pela oportunidade de cursar o mestrado e apoio ao desenvolvimento desta Dissertação.

Agradeço muitíssimo ao Prof. Dr. Osmar Abílio de Carvalho Jr (GEA/UnB), orientador, amigo e incentivador, pelo companheirismo e compreensão no meu acolhimento como orientando, dedicação, amizade e profissionalismo essenciais à execução do trabalho. Dedico, também, um especial agradecimento ao Prof. Dr. Éder de Souza Martins (EMBRAPA CERRADOS) pelas importantes orientações na disciplina Análise da Paisagem, a qual foi de vital importância na elaboração do mapa de uso e ocupação do solo desta dissertação. Aos demais professores do GEA, Prof. Dr. Roberto Arnaldo Trancoso Gomes, Prof. Dr. Renato Fontes Guimarães e Profa. Dra. Marília Luisa Peluso pelos ensinamentos e convivência. Quero externar meus agradecimentos aos técnicos administrativos do GEA que estiveram sempre presentes no atendimento aos mestrandos e aos colegas mestrando, em especial aos colegas Sandro Nunes, Marcus Fábio e Gilberto Oliveira, pelos incansáveis auxílios importantes para a conclusão desta dissertação.

Agradeço ao SIPAM pelo fornecimento de dados, os foram importantes na conclusão desta dissertação.

Meus agradecimentos ao meu colega de trabalho (SEMMA em Manaus), Everson Meneguzzi pelo apoio estimável e logístico, por ter cedido seu veículo para o trabalho de campo, sem o qual o trabalho de campo não teria sido concluído, e aos colegas Ulisses Oliveira, geólogo, e José Roselito do Carmo Silva, geógrafo, pelos apoios em ceder equipamentos fotográficos e acessórios de equipamentos GPS, os quais foram de grande contribuição na a realização do trabalho de campo.

Um especial agradecimento ao mineradores e empresas mineradoras da região de Manaus, em especial ao Sr. Severino das Mercês, Sr. Tibúrcio Carvalho e Sr. Adauto

Medeiros pelas permissões de visitas às áreas de mineração, inclusive proporcionando caronas em seus veículos de ida e volta às áreas mineradas de seus empreendimentos, sem os quais a conclusão do trabalho de campo se tornaria difícil.

Aos funcionários do Laboratório de Sensoriamento Remoto do IG-UnB, em particular ao Sr. Sérgio por ter digitalizado as cartas topográficas que cobrem a área de estudo desta dissertação.

Ao meu pai Manoel Gemaque Cardoso (Turibe) (*in memoriam*) e à minha mãe Francisca Simões Cardoso, que, com grande esforço, foram capazes de conduzir-me e dar-me educação, as quais forneceram alicerces para alcançar o grau de instrução no passado, presente e futuro. Aos meus irmãos Adercírio, Artur, Vavá, Esmeralda, Eraldina, Erivaldo, Dora, Paulo, Admilson, Enilson e Francilene, em especial ao Enilson, Admilson e Erivaldo, pelo convívio diário, este último pelas orientações, incentivos e como marco divisor e condutor e incentivador de nossas vidas e aos meus sobrinhos Dilbert e Débora.

Quero externar, também, meu apreço aos meus cunhados residentes em Brasília, Dó e sua esposa Gardênia e minha querida sobrinha Débora, por terem me acolhido em sua casa, por vários meses, se limitando em seus momentos íntimos e particulares para me proporcionarem o conforto de seu lar.

Um especial agradecimento inesquecível à minha bela e maravilhosa esposa, amiga, companheira e eterna namorada, pela imensa compreensão e sacrifício em ficarmos, por dois anos distantes, pela força, incentivos e coragem em resolver todos os nossos problemas sozinha, enquanto estive afastado nesses últimos anos, a qual dedico, em especial, essa dissertação. Meu muito obrigado a todos!

CARDOSO, Manoel Juarez Simões. Cartografia das Atividades de Extração de Minerais Utilizados na Construção Civil e Qualificação do Grau de Degradação Ambiental na Região de Manaus-AM.

O presente estudo foi concluído a partir da análise do tamanho das áreas degradadas e da magnitude das degradações constatadas em cada área. Este estudo foi apoiado, principalmente, em dados de campo e análise visual de imagens de satélite. Os dados de campo foram obtidos por meio de consultas de processos de licenciamento mineral-ambiental no órgão do município e visitas nas respectivas áreas mineradas. O trabalho de campo permitiu mapear áreas com o uso de GPS, percorrendo-se todo o perímetro da área atingida pela degradação e descrever qualitativamente as degradações encontradas, totalizando 45 pontos visitados e incluindo 57 áreas de mineração em área rural. Já o mapeamento visual, nas imagens de satélite, permitiu a identificação de 151 áreas de extração mineral em área urbana e periurbana. Deste modo, o trabalho de campo e o mapeamento visual totalizaram 196 áreas de mineração, em áreas urbana e rural, de extração de areia, arenito, latossolo e argila, incluindo atividades ativas e inativas, antigas e recentes. Como resultado, o perfil do minerador da área de estudo é de um ator que descumpra a legislação ambiental, bem como as restrições administrativas do órgão ambiental do município, e que o plantio de culturas permanentes e o uso pós-mineração mais indicado nos licenciamentos ambientais. O mapa de uso e ocupação do solo foi obtido a partir de dados de vegetação e culturas praticadas na região. Trabalhou-se com três categorias de uso: área de vegetação primária, área antropizada e área urbanizada. Este mapa mostra a dinâmica da transformação da paisagem, onde fatores morfoestruturais condicionam esta transformação, à medida em que o relevo e os principais cursos d'água impõem limites para a implantação das vias terrestres. Percebe-se que, encaixadas neste contexto, as vias de acesso condicionam e conduzem à antropização e esta, por sua vez, à urbanização. Foram confeccionados os mapas de mineração quanto à substância e atividade (ativa e inativa). O mapa de qualificação da degradação ambiental (baixa, média e alta) foi confeccionado a partir do cruzamento do tamanho da área degradada e da magnitude da degradação. Os resultados mostram que 64,10% de toda a área degradada encontram-se classificados com graus de degradação média; 29,54% com grau de degradação alta e o restante com grau de degradação baixa. Os resultados mostram, também, que a extração de areia é a atividade que mais degrada o solo na área de estudo. O mapa final mostrou que a maioria das atividades de mineração ativas está concentrada na área rural e localizadas, geralmente, na categoria de uso antropizada; a antropização e as atividades de mineração seguem uma dinâmica que está associada às vias de acesso local mais próximas da área urbanizada; a maioria das áreas degradadas são classificadas com grau de degradação média; as áreas classificadas com grau de degradação alta, geralmente, são mais extensas.

Palavras-chave: Degradação ambiental; Mineração; Recuperação de áreas degradadas; Controle ambiental; Geoprocessamento.

CARDOSO, Manoel Juares Simões. Cartographie des Activités d'Extraction de Minéraux Employés dans la Construction Civile et Qualification du Degré de la Dégradation Environnementale dans la Région de Manaus-AM-Brésil.

Cette étude a été conclue à partir de l'analyse de la dimension des aires dégradées et de la grandeur des dégradations constatées dans chaque aire. Les analyses ont été soutenues dans des données de terrain et d'analyse visuelle d'images de satellite. Les données de terrain ont été obtenues au moyen de consultations de dossiers de licenciement environnemental dans l'administratif municipal et des visites dans les respectifs aires exploitées. Le stage de terrain a permis cartographier des aires avec l'utilisation de GPS, en se couvrant tout le périmètre de l'aire atteint par la dégradation et décrire qualitativement les dégradations trouvées, en totalisant 45 points visités et y compris 57 aires secteurs d'exploitation minière dans l'aire rurale. Déjà la cartographie visuelle, dans les images de satellite, a permis l'identification de 151 aires d'extraction minérale dans le secteur urbain et de la périphérie. De cette façon, le stage de terrain et la cartographie visuelle ont totalisé 196 aires exploités, dans des secteurs urbain et rural, de l'extraction de sable, de grès, de latosol et d'argile, y compris activités actives et inactives, anciennes et récentes. Comme résultat, le profil de l'explorateur mineur de l'aire d'étude est d'un acteur qui néglige la législation, ainsi que les restrictions administratives de l'administratif environnemental de la ville, et que la plantation de cultures permanentes est l'utilisation après exploitation minière plus indiquée dans les licenciements environnementaux. Il a été obtenu la carte d'utilisation et d'occupation du sol, à partir de données de végétation et de cultures pratiquées dans la région. Il s'est travaillé avec trois catégories d'utilisation: aire de végétation primaire, aire antropisé et aires urbanisé. Cette carte montre la dynamique de la transformation du paysage, où des facteurs morfostructurels conditionnent cette transformation, dans la mesure où le relief et les principaux cours d'eau imposent des limites pour l'implantation des voies terrestres. Il se perçoit que, encaissées dans ce contexte, les voies d'accès conditionnent et conduisent à la antropisation et celle-ci, à son tour, à l'urbanisation. Ont été confectionnées les cartes d'exploitation minière selon la substance et activité (active et inactive). La carte de qualification de la dégradation environnementale (basse, moyenne et haute) a été confectionnée à partir du croisement de la dimension d'aire dégradée et de la grandeur de la dégradation. Les résultats montrent que 64,10% de toute l'aire dégradée se trouvent classés avec degré de dégradation moyenne; 29,54% avec degré de dégradation haute et le reste avec degré de dégradation basse. Les résultats montrent, aussi, que l'exploitation de sable est l'activité qui plus dégrade le sol dans le secteur d'étude. La carte finale a montré que à la majorité des activités d'exploitation actives il est concentrée sur le secteur rural et localisée, en règle générale, dans la catégorie d'utilisation antropisée; l'antropisation et les activités d'exploitation suivent une dynamique qui est associée aux voies d'accès local plus proches du secteur urbanisé; à la majorité des aires dégradés ils sont classés avec degré de dégradation moyenne; les aires classés avec degré de dégradation haute, en règle générale, sont plus étendues.

Mots-clé: Dégradation environnementale; Exploitation minière; Récupération d'aires dégradés; Contrôle environnemental; Géomatique.

CARDOSO, Manoel Juares Simões. Cartography of the Activities of Mineral Extration Used in the Civil Construction and Qualification of the Degree of Environmental Degradation in the Region of Manaus-AM-Brazil.

The present study it was concluded from the analysis of the size of the degraded areas and the magnitude of the degradations environmentals evidenceds in each area. This study it was supported, mainly, in data of field and visual analysis of satellite images. The field data had been gotten by means of consultations of processes of mineral-ambient licensing in the agency of the city and visits in the respective minereds areas. The field work allowed to map areas with the GPS use, covering itself the perimeter of the area reached for the degradation and to describe the found Environmentals degradations qualitatively, totalizing 45 visited points and including 57 areas of mining in rural area. Already the visual mapping, in the satellite images, allowed the identification of 151 areas of mineral extraction in urban and outskirts areas. In this way, the work of field and the visual mapping had totalized 196 areas of mining of extraction of sand, sandstone, latosols and clay in areas urban and rural, including active and inactive, old and recent activities. As result, the profile of the miner of the study area is of an actor who disregards the environmental legislation, as well as the administrative restrictions of the ambient agency of the city, and that the plantation of permanent cultures is the indicated use after-mining more in the ambient licensings. The map of use and occupation of the soil was gotten from data of vegetation and cultures practised in the region. One worked with three categories of use: area of primary vegetation, the used by men area and urbanized area. This map shows the dynamics of the transformation of the landscape, where structural geomorphology factors condition this transformation, to the measure where the relief and the main courses of water impose limits for the implantation of the terrestrial ways. It is perceived that, incased in this context, the access ways condition and lead to the used by men area and this, in turn, to the urbanization. The maps of mining how much to the substance and activity had been confectioned (active and inactive). The map of qualification of the environmental degradation (low, average and high) was confectioned from the crossing of the size of the degraded area and the magnitude of the degradation. The results show that 64.10% of all the degraded area meet classified with degrees of average degradation; 29.54% with degree of high degradation and the remain with degradation degree low. The results show, also, that the sand extraction is the activity that more degrades the soil in the study area. The final map showed that the majority of the activities of active mining is intent in the rural area and locateds, generally, in the used by men area category; the used by men area and the activities of mining follow a dynamics that is associated with the ways of local access next to the urbanized area; the majority of the degraded areas is classified with degree of average degradation; the areas classified with degree of high degradation, generally, are more extensive.

Keywords: Environmental degradation; Mining; Recuperation of degraded áreas; Environmetal control; Geoprocessing.

Figura 2.1. Localização da área de estudo em relação à cidade de Manaus.....	6
Figura 2.2. Mapa de vegetação da região da área de Manaus (adaptado de SIPAM, 2001).....	7
Figura 2.3. Mapa geológico da Bacia do Amazonas, conforme Bizzi <i>et al.</i> (2001).	9
Figura 2.4. Coluna estratigráfica da Bacia do Amazonas, segundo Cunha <i>et al.</i> (1994).....	10
Figura 2.5. Mapa geológico e estrutural local envolvendo a área de estudo, conforme Silva, C. L.(<i>op. cit.</i>).	12
Figura 2.6. Afloramento de “Arenito Manaus” no km 23 da BR 174 – Pedreira do Gurgel, 2005 (A). Testemunhos após a retirada de areia, em alteração de camada de arenito para camada de areia: em areal no km 37 da AM 010, Ramal do Leão, Areal de Albert Einstein e Ivair, 2007 (B); em areal no km 10, BR 174, Ramal do Leão, Areal do Paulo Fonte, observa-se estruturas primárias, linhas de seixos, atravessadas pela alteração da camada devido à lixiviação, 2007 (C); e em (D), em areal ao lado doa anterior, Areal da empresa Mercês Material de Construção (Severino), observa-se a própria camada arenítica atravessada pela alteração da lixiviação.	13
Figura 2.7. Mapa das unidades morfoestruturais, modificado de Nascimento <i>et al.</i> (1976) e Costa <i>et al.</i> (1978).	16
Figura 2.8. Mapa de curvas de nível da área de estudo com base em 4 cartas topográficas na escala 1:100.000 sobreposto à imagem Landsat 1995 na composição 345 RGB.....	17
Figura 2.9. Compartimentação geomorfológica da área de estudo estabelecida em função de critérios morfoestruturais em modelo do SRTM (tons de cinza), conforme Silva, C. L. (2005).....	19
Figura 2.10. Planta-croqui da cidade de Manaus no ano de 1852 (Monteiro 1994 <i>apud</i> Bento 1998 e Roque 2006).....	20
Figura 2.11. Mapa da cidade de 1893, cujo traçado urbano apresenta malha viária quadriculada, semelhante à existente em Lisboa/Portugal.....	20
Figura 2.12. Mapa da área urbana de Manaus, mostrando sua evolução de 1852 a 2007.....	22
Figura 3.1: Comparação do crescimento do setor mineral e demais setores.....	24
Figura 3.2: Evolução da Produção Mineral Brasileira no período 2001-2005.....	25
Figura 3.3: Arrecadação de CFEM no período 2001-2005.	26
Figura 3.4: Fiscais da antiga SEDEMA (atual SEMMA) interditando atividades de mineração no Bairro Tarumã em 1989.....	27

Figura 3.5: Extrações de arenito interditas em 1989 e não recuperadas na Cachoeira Alta do Tarumã (A). Detalhe de (A) mostrando cava preenchida com água (B). Detalhe de (A) mostrando voçoroca após tentativa fracassada de conter erosão, realizada em 2007 (C) (Ponto 81 Anexo E).....	28
Figura 3.6. Uso de imagem QuickBird para Extrato Ortoimagem, Pedro (2005).....	37
Figura 4.1. Fases do procedimento metodológico seguido na pesquisa.....	40
Figura 4.2. Mosaico de 4 carta 1/100.000 que recobrem a área de estudo.....	44
Figura 5.1. Mapa de Uso e Ocupação do Solo da região de Manaus (adaptado de SIPAM, 2001).....	48
Figura 5.2. Resultado da análise do licenciamento na SEMMA no período 1998-2007.	50
Figura 5.3. Exemplo de Areal em atividade na Rodovia AM 010, km 32, visitado no levantamento de campo (Ponto 3 do Anexo D).....	52
Figura 5.4. Exemplo de extração de arenito ativa, após detonação, km 15 da BR 174, Ramal Chico Mete Marcha, visitado no levantamento de campo (Ponto 29 do Anexo D) (Foto com data anterior ao levantamento).	53
Figura 5.5. Resultado da análise do levantamento de campo.....	54
Figura 5.6. Análise do levantamento de campo por substância explotada.....	55
Figura 5.7. Áreas de mineração visitadas.....	55
Figura 5.8. Mapeamento visual das áreas de mineração através da tela do computador.	57
Figura 5.9. Fatores de identificação do padrão morfológico de degradação pela mineração de acordo com o tipo mineral explorado(arenito e aterro). Imagem Quickbird 2003 no Bairro Tarumã.....	59
Figura 5.10. Fatores de identificação do padrão morfológico de degradação pela mineração de acordo com o tipo mineral explorado (arenito, aterro e areia). Detalhe da morfologia da degradação ambiental deixada pela extração de arenito identificada através da textura rugosa, forma arredondada , cor avermelhada escura e presença de água (A e C). Detalhe da aparência da degradação e sua identificação através da forma retangular e cor amarelada causada pela extração de aterro (B) e forma alongada e cor esbranquiçada causada pela extração de areia (D). Imagens Quickbird 2003 de antigas extrações minerais (Bairro Tarumã).	60
Figura 5.11. Padrão alongado da morfologia da degradação causada por antiga extração de areia (imagem Quickbird 2003) no Bairro Tarumã.	61
Figura 5.12. Mapa das áreas mineradas segundo a substância explotada.	62

Figura 5.13. Mapa das áreas mineradas ativas e inativas, conforme mapeamento de campo e visual (tela do computador).	63
Figura 5.14. Mapa do Grau de Degradação Ambiental pela Extração de Minerais de Uso na Construção Civil na Região de Manaus.	71
Figura 5.15. Produto Final: Cartografia da Degradação Ambiental pela Extração de Minerais de Uso na Construção Civil na Região de Manaus).	80

Quadro 2.1: População e Crescimento do Espaço Urbano em Manaus	22
Quadro 3.1: Alíquotas das Substâncias Minerais.....	26
Quadro 3.2: Característica do Sensor QuickBird.....	36
Quadro 4.1 – Principais documentos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa.	39
Quadro 4.2 – Processamento e tratamentos de dados digitais.....	44
Quadro 5.1 – Resultado da análise de Uso e Ocupação do Solo.....	47
Quadro 5.2. Resultado da análise dos processos de mineração na SEMMA.....	50
Quadro 5.3. Uso pós-mineração ou futuro para área minerada na região de Manaus.	51
Quadro 5.4. Comportamento do minerador, na região de Manaus, frente às restrições do órgão ambiental municipal.	51
Quadro 5.5. Resumo estatístico do levantamento de campo das áreas de mineração e suas respectivas degradações.....	54
Quadro 5.6. Análise do mapeamento visual das áreas de mineração.....	57
Quadro 5.7. Fatores utilizados na identificação do padrão morfológico da degradação ambiental pela mineração na região de Manaus, segundo o tipo mineral.	59
Quadro 5.8. Análise das atividades de mineração segundo os mapeamentos de campo e visual.....	64
Quadro 5.9. Dados estatísticos das atividades de mineração com base no levantamento realizado e segundo o porte das áreas impactada.	66
Quadro 5.10. Tamanho da área impactada segundo o tipo mineral extraído.....	66
Quadro 5.11. Mostra estatística da classificação das áreas mineradas quanto à magnitude do impacto ambiental.....	68
Quadro 5.12. Classificação e cálculo do grau de degradação ambiental das áreas de mineração na região de Manaus.	69
Quadro 5.13. Análise do grau de degradação ambiental das áreas de mineração na região de Manaus.....	70
Quadro 5.14. Características das degradações pela mineração na região de Manaus.....	75

Lista de Siglas e Abreviaturas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACP	Análise de Principais Componentes
APP	Área de Proteção Permanente
CBERS	O Programa CBERS nasceu de uma parceria inédita entre Brasil e China no setor técnico-científico espacial. China-Brazil Earth Resources Satellite), Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres
CFEM	Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DIDEM	Diretoria de Desenvolvimento e Economia Mineral
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
GDA	Grau de Degradação Ambiental
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMPLURB	Instituto Municipal de Planejamento Urbano
INPA	Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia
IPAAM	Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LANDSAT	Land Remote Sensing Satellite: projeto desenvolvido pela Agência Espacial Americana dedicado exclusivamente à observação dos recursos naturais terrestres
MDE	Modelo Digital de Elevação
MI	Magnitude do Impacto
MNT	Modelo Numérico do Terreno
NBR	Normas Brasileiras da ABNT
PIB	Produto Interno Bruto
PMM	Prefeitura Municipal de Manaus
PRAD	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
QuickBird	satélite de alta precisão que oferece imagens comerciais de alta resolução da Terra
RAD	Recuperação de Áreas Degradadas
RADAMBRASIL	Projeto brasileiro de cobertura radargramétrica efetuada com radar aerotransportado para levantamento integrado de recursos naturais, iniciado na Amazônia e estendido para todo o território brasileiro
RGB	Red, Green, Blue
RMCA	Relatório de Monitoramento e Controle Ambiental
RMSP	Metropolitana de São Paulo
SAD-69	South American Datum 1969: Sistema Geodésico Sul-americano
SEDEMA	Secretaria Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente–SEMMA
SEMMA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente–SEMMA
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIPAM	Sistema de Proteção da Amazônia
SRTM	Shuttle Radar Topographic Mission
TAI	Tamanho da Área Degradada
UFAM	Universidade Federal do Amazonas

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	vi
Resumo	viii
Resumé	ix
Abstract	x
Lista de figuras	xi
Lista de quadros	xiviv
Lista de Siglas e Abreviaturas	xv
CAPÍTULO I	1
INTRODUÇÃO	1
1.1. APRESENTAÇÃO.....	1
1.2. OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS	4
1.2.1 Objetivo geral	4
1.2.2 Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO II	5
ÁREA DE ESTUDO	5
2.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E VIAS DE ACESSO	5
2.2. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS	6
2.2.1. Clima	6
2.2.2. Vegetação	7
2.2.3. Hidrografia	8
2.2.4. Características geológicas da região.....	9
2.3. CRESCIMENTO POPULACIONAL E DINÂMICA URBANA EM MANAUS	19
CAPÍTULO III	23
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
3.1. MINERAÇÃO NO BRASIL E EM MANAUS	23

3.1.1.	Aspectos da mineração no Brasil	23
3.1.2.	Aspectos da mineração em Manaus	26
3.2.	DEGRADAÇÃO AMBIENTAL PELA MINERAÇÃO E MEDIDAS DE CONTROLE 29	
3.3.	RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS – RAD	31
3.3.1.	Conceitos básicos	31
3.4.	SENSORIAMENTO REMOTO E SIG.....	32
3.4.1.	Interpretação de imagens	32
3.4.2.	Sistemas de informação geográfica (SIG) para fins de mapeamento.....	33
3.4.3.	Tipos de dados em geoprocessamento.....	34
3.4.4.	Imagens orbitais de alta resolução espacial – QuickBird.....	35
CAPÍTULO IV		38
MATERIAIS E MÉTODOS		38
4.1.	AQUISIÇÃO DA DOCUMENTAÇÃO EXISTENTE.....	39
4.2.	DEFINIÇÃO DA DOCUMENTAÇÃO BÁSICA, PARÂMETROS TÉCNICOS E AMBIENTAIS, ENTRADA E CORREÇÃO DE DADOS	41
4.2.1.	Definição da documentação básica.....	41
4.2.2.	Definição dos parâmetros técnicos e ambientais analisados	41
4.2.3.	Confecção das fichas de campo.....	41
4.2.4.	Entrada e correção de dados	42
4.2.5.	Escolhas das áreas de visitas	42
4.3.	ETAPA DE CAMPO, PROCESSAMENTO DE DADOS E CLASSIFICAÇÃO DIGITAL DE IMAGENS	43
4.3.1.	Etapa de campo.....	43
4.3.2.	Processamento de dados e Classificação digital de imagens.....	43
CAPÍTULO V		46

RESULTADOS	46
5.1. MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	46
5.2. CARACTERIZAÇÃO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL PELA MINERAÇÃO NA ÁREA DE ESTUDO	49
5.2.1. Cadastro das atividades de mineração no órgão ambiental municipal	49
5.2.2. Mapeamento das atividades (ativas e inativas) de mineração	52
5.3. CARACTERIZAÇÃO E MAGNITUDE DA DEGRADAÇÃO E GRAU DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL PARA INTERVENÇÃO A CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZOS	64
5.4. DEGRADAÇÃO AMBIENTAL IDENTIFICADA NAS ÁREAS DE MINERAÇÃO..	72
5.5. A CARTOGRAFIA DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL PELA MINERAÇÃO NA REGIÃO DE MANAUS	79
CAPÍTULO VI	81
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	81
6.1. CONCLUSÕES	81
6.2. RECOMENDAÇÕES.....	85
REFERÊNCIA	87
ANEXOS	92

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO

Durante décadas, o potencial mineral nos arredores de Manaus foi explorado de forma predatória. Este potencial mineral, em razão de sua condição geológica, tem, como sua principal utilização, o uso na construção civil, apesar da ocorrência de jazidas de outros minerais na região não serem ainda explorados. No final da década de 1980, com a criação da antiga SEDEMA (atual Secretaria Municipal de Meio Ambiente–SEMMA), tais empreendimentos foram fechados, em razão dos impactos causados ao meio ambiente e da negligência na recuperação das áreas degradadas, o que estabeleceu uma nova ordem: iniciou-se fiscalizações mais incisivas; as atividades tiveram que se estabelecer fora da área urbana, porém certos empreendimentos insistiam em funcionar de forma clandestina, tanto na área urbana quanto na área rural. Obrigados a paralisar suas atividades, os mineradores abandonaram as áreas de mineração, as quais permanecem abandonadas até os dias atuais, sem qualquer providência por parte dos órgãos fiscalizadores ou por parte dos mineradores. Isso ocorreu principalmente com os empreendimentos que funcionavam de forma clandestina. Inclusive na área urbana, existem várias áreas abandonadas e degradadas pela mineração, além das demais áreas que foram utilizadas para uso diverso (industrial, comercial, conjunto habitacional e as conhecidas “invasões” de área públicas e particulares por moradias

irregulares). Com isto, restou um importante passivo ambiental. Por outro lado, as empresas de mineração não possuem assessoria técnica adequada, fato este constatado em alguns processos de licenciamento no órgão ambiental municipal, onde se verificou descrição do meio físico não correspondente ao meio físico local da exploração mineral, tais como vegetação arbustiva no lugar de vegetação de floresta primária, ou no acompanhamento das atividades de reabilitação das áreas mineradas, quando comparados os resultados da recuperação com os Planos de Recuperação de Áreas Degradadas-PRAD aprovados neste órgão ambiental municipal.

Nota-se que os órgãos ambientais (Municipal (SEMMA), Estadual (IPAAM) e Federal (IBAMA)) e de Mineração (DNPM) responsáveis pelo licenciamento (ambiental e mineral) e pela fiscalização têm muita dificuldade para monitorar e controlar estas atividades, bem como os seus danos ao meio ambiente. Os empreendimentos licenciados descumprem normas ambientais e condições/restrições específicas de suas licenças, e principalmente quando exploradas de forma clandestina, ocasionam impactos ambientais graves, às vezes irreversíveis; ou não recuperam, de forma adequada, as áreas degradadas. Tal situação evidencia a ineficiência do poder público em controlar tais atividades, de cumprir o seu papel como ente fiscalizador.

Os impactos causados pela mineração persistem e as áreas exploradas precisam ser recuperadas. Fato notório é que as substâncias minerais, neste caso, os minerais de uso na construção civil, são importantes para qualquer crescimento sócio-econômico, bem como para a criação de novos espaços de urbanização, muito intenso na região de Manaus. Deve-se buscar conciliar uma exploração destes recursos de forma racional, permitindo a convivência entre a mineração e a conservação dos recursos naturais de forma a garantir seu acesso às gerações futuras.

A exploração mineral, na região, intensificou-se a partir do final da década de 1960 (em especial, 1967 com a implantação da Zona Franca de Manaus e do Distrito Industrial na década de 1970). No período de 1965 a 1995, a mancha urbana da cidade cresceu a um ritmo de 61,55% ao ano em relação à área definida em 1965 (BENTO, 1998). Os materiais de construção tiveram e têm grande significado na economia regional, principalmente porque não há outras jazidas nas proximidades. As demais jazidas encontram-se em outros municípios, o que onera muito o preço devido aos custos do transporte.

Com a Zona Franca de Manaus e o comércio de produtos eletro-eletrônicos, a cidade atraiu um grande contingente de trabalhadores e familiares, provenientes do interior do Estado

e de outras regiões. Com isto, o espaço urbano se expandiu sem infra-estrutura, acumulando sérios problemas sociais e ambientais.

A exploração de minerais de uso na construção civil na região de Manaus, como em outras áreas urbanas no Brasil, possui valor muito baixo na praça de lavra. Geralmente estas extrações são realizadas o mais próximo possível da periferia urbana para minimizar os custos operacionais, principalmente, de transporte, ocasionando impactos ambientais graves que podem, às vezes, ser de irreversível recuperação. Como consequência, essas atividades ocasionam a supressão da cobertura vegetal com a extração do minério, deixam o solo exposto aos intensos processos erosivos e prejudicam a qualidade (turbidez) e quantidade dos recursos hídricos (assoreamento).

A crescente demanda, desde a década de 70, de matérias-primas para construção civil e a falta de controle ambiental destas atividades deram origem a um passivo ambiental, deixados principalmente pelas extrações de arenito (para produção de pedras em bloco e brita) e de areia, caracterizadas pelas inúmeras áreas degradadas existentes na área urbana e periurbanas da cidade de Manaus.

A urbanização requer a disponibilidade de algumas matérias-primas indispensáveis à construção civil e à expansão das cidades, entre as quais destacam-se a areia, a brita, a pedra em blocos, o saibro e a argila, denominados de agregados graúdos a finos, materiais indispensáveis ao desenvolvimentos urbano.

Os desafios que a expansão urbana impõe aos planejadores são complexos. A atividade mineral, que pode ser considerada um dos agentes do processo de crescimento das cidades, acaba por gerar conflitos, tanto de uso do solo quanto de danos ambientais. Estes conflitos precisam ser estudados, avaliados, mensurados e espacializados para que a administração pública e a sociedade em geral encontrem soluções adequadas para os seus problemas.

Neste sentido, este estudo visa contribuir ao conhecimento cartográfico das atividades de mineração na região de Manaus e seus respectivos danos ambientais. Para tal, utilizou-se as técnicas de geoprocessamento na compilação dos dados cartográficos, classificação do uso e ocupação do solo e da magnitude e formas da degradação ambiental, bem como o uso de aparelho GPS para mapeamento de campo das áreas degradadas.

Esta dissertação possui seis capítulos: o Capítulo 1 constitui-se na Introdução que contextualiza a mineração e seus danos na região e justifica a pesquisa em questão e nos objetivos da pesquisa; o Capítulo 2 trata da área de estudo, aborda a localização no espaço brasileiro da área de estudo, os aspectos fisiográficos e o crescimento populacional e dinâmica urbana em Manaus; o Capítulo 3 trata da fundamentação teórica, enfatiza a

mineração no Brasil e em Manaus, a degradação pela mineração e suas medidas de controle, a recuperação de áreas degradadas, os agentes públicos, a legislação e os instrumentos legais de controle ambiental na mineração, o mapeamento de áreas degradadas e sensoriamento remoto e SIG; o Capítulo 4 refere-se aos materiais e métodos da pesquisa, destaca a aquisição da documentação existente, a definição da documentação básica, parâmetros técnicos e ambientais, entrada e correções de dados, etapa de campo, processamento de dados e classificação digital de imagens; o Capítulo 5 aborda os resultados obtidos na pesquisa, dá ênfase ao mapa de uso e ocupação do solo, caracterização da degradação ambiental pela mineração, degradação ambiental identificada nas áreas de mineração, caracterização e magnitude da degradação e grau de degradação de intervenção, a curto, médio e longo prazos, e a cartografia da degradação ambiental pela mineração na região de Manaus; e o Capítulo 6 expõe as conclusões e recomendações inerentes aos resultados deste estudo.

1.2. OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

1.2.1 Objetivo geral

O presente estudo tem como objetivo geral identificar e caracterizar a degradação ambiental pela mineração na região de Manaus-AM, de forma a contribuir com programas de fiscalização e monitoramento ambiental destas áreas.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são os seguintes: elaborar cartas temáticas, contendo as explorações minerais ativas e inativas na região de Manaus-AM e suas respectivas degradações ambientais potenciais; disponibilizar informações ambientais especializadas do meio físico ao órgão ambiental municipal e a sociedade em geral, de forma a auxiliar na tomada de decisão e monitoramento das atividades de mineração e contribuir com a política pública da região.

CAPÍTULO II

ÁREA DE ESTUDO

2.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E VIAS DE ACESSO

A área de estudo está inserida na bacia hidrográfica do rio Amazonas, compreendendo a região da cidade de Manaus (AM), situada na margem esquerda da confluência dos rios Negro e Solimões, delimitada pelas coordenadas geográficas 60°15'00" e 59°40'36" de longitude W e 02°40'12" e 03°10'12" de latitude S, correspondendo uma área de 2.404,2 km², equivalente a 20,98% da área total (11.458,50 km²) do município (Figura 1.1). Parte desta área está inserida nos limites da unidade de conservação municipal, a Área de Proteção Ambiental do Tarumã/Ponta Negra, de acordo com o Plano Diretor Urbano/Ambiental do Município de Manaus, Lei n° 671, de 04 de novembro de 2002.

As rodovias que cortam a área são: a BR-174, com direção norte-sul que liga Manaus à cidade de Presidente Figueiredo, a 100 km a norte de Manaus e a AM-010, que a liga aos municípios de Rio Preto da Eva e Itacoatiara, respectivamente 80 e 280 km a oeste de Manaus. Por via aquática, principalmente no Rio Negro, Igarapé Tarumã-açu e Igarapé Tarumã-mirim, o trajeto pode ser feito por barco pequeno motorizado (regionalmente chamado de “voadeira”) ou por balsas empurradas por rebocadores, até os locais de extração de minério.

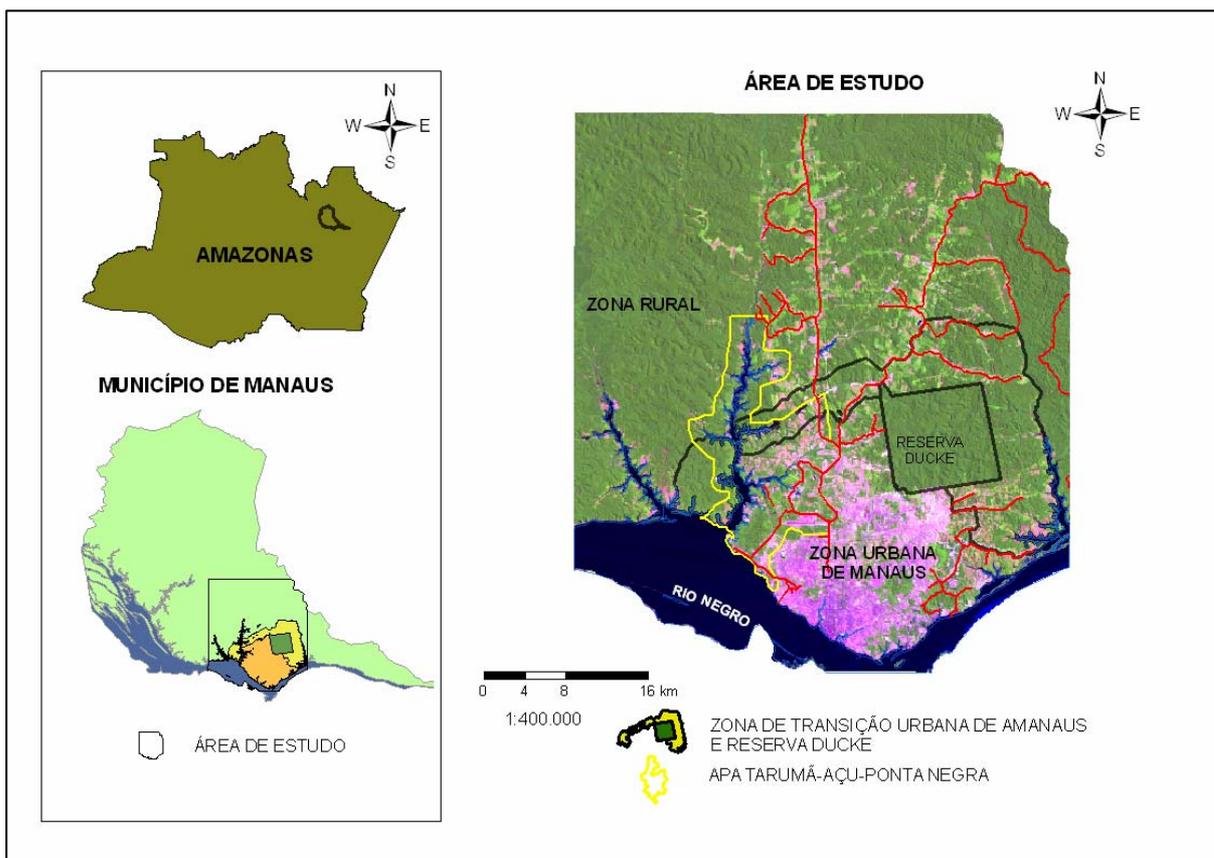


Figura 2.1. Localização da área de estudo em relação à cidade de Manaus.

2.2. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

2.2.1. Clima

A cidade de Manaus encontra-se na faixa de domínio de clima característico da Amazônia, que não obedece a um único padrão único, mas que pode ser definido, genericamente, de quente e úmido, marcado por duas estações que podem ser diferenciadas quanto ao seu índice de precipitação. Pela classificação de Köppen (1948) *apud* Aguiar (1995) e Roque (2006), essa região se insere no grupo A (clima tropical chuvoso), onde são identificados dois tipos climáticos: Af, sempre úmido com temperatura e precipitação com pouca variação anual e Amw', quente e úmido, caracterizado por apresentar uma estação seca de curta duração, onde a temperatura de todos os meses do ano é superior a 18°C, as chuvas anuais superam os 750 mm, contínuas por todos os meses. Conforme Aguiar (*op. cit.*), ocorre entre os meses de junho e julho ou meses próximos, devido à entrada de massa polar, um fenômeno particular deste clima regionalmente conhecido como “*friagem*”, o que provoca distúrbios significativos no ecossistema local.

2.2.2. Vegetação

O clima quente e úmido, radiação solar elevada e intensa pluviosidade, são fatores determinantes para a exuberante floresta amazônica, que cobre a área de estudo.

Conforme SIPAM (2001), a vegetação desta área de estudo é composta por Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas, Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas (Dossel emergente ou com palmeiras), Floresta Ombrófila Densa Aluvial Dossel emergente, Formações Pioneiras com influência fluvial e/ou lacustre-herbácea sem palmeiras.

A Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas é o domínio mais representativo da região, porém cede lugar à urbanização. Atualmente é ainda vista na zona urbana como manchas desta floresta, ocorrendo na Reserva Ducke, no Parque do Mindu, nos arredores do Aeroporto Eduardo Gomes e no campus da Universidade Federal do Amazonas. Apresenta árvores que variam de 30 a 35 m, criando sobre o solo a serrapilheira, um “tapete marrom” cerca de 20 a 30 cm de espessura, que, por ação de bactérias, forma o humo que sustenta a própria floresta.

A ocupação urbana impõe forte impacto na cobertura vegetal. Ao norte da cidade, a ocupação humana, ainda baixa, torna-se mais intensa devido à facilidade de acesso pelas rodovias BR-174 e AM-010, e pelas inúmeras vicinais que proporcionam uma maior intensidade do uso do solo (sítios, loteamentos, atividades agrícolas, mineração, etc.).

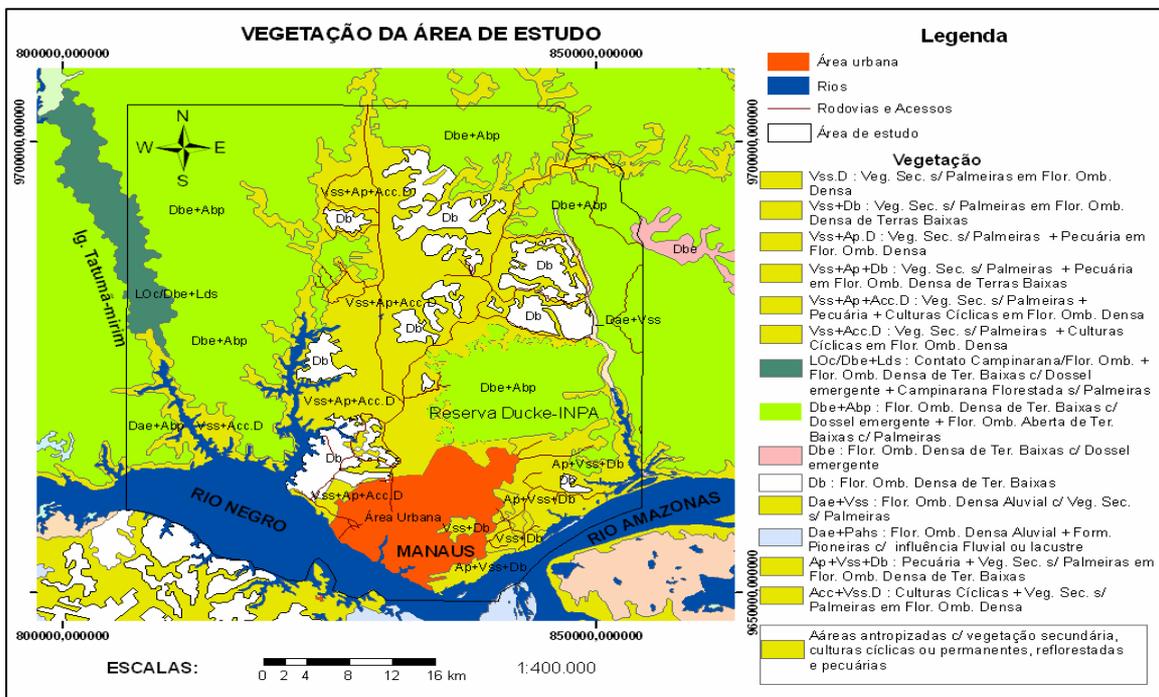


Figura 2.2. Mapa de vegetação da região da área de Manaus (adaptado de SIPAM, 2001).

2.2.3. Hidrografia

Os principais rios dessa região estão representados pelos rios Solimões, Negro e Amazonas. A área de estudo situa-se à margem esquerda destes rios. Não há afluentes do rio Solimões que interfiram diretamente na área de estudo. Os afluentes do rio Negro são os igarapés Cueiras, Tarumã-mirim, Tarumã-açu, São Raimundo, do Educandos e o Igarapé do Quarenta na porção central e leste da área. Na porção leste, o afluente do rio Amazonas é o rio Puraquequara.

Conforme Howard (1967) e Silva, C. L. (2005), as principais drenagens na área norte e oeste de Manaus mostram um padrão subdendrítico. Os tributários dessas drenagens estão alinhados com os lineamentos do relevo e acompanham a direção da zona escarpada, resultando na formação de padrões paralelo (SILVA, C. L., *op. cit.*). Estes padrões foram condicionados por fraquezas e estruturas tectônicas, Cordani (1984) e Silva, C. L. (*op. cit.*).

O espaço urbano da cidade de Manaus é drenado por quatro bacias hidrográficas, duas encontram-se integralmente dentro da cidade: as bacias do igarapé de São Raimundo e do igarapé do Educandos, e duas parcialmente inseridas na malha urbana: as bacias do igarapé do Tarumã-açu e do rio Puraquequara, (PROJETO GEO CIDADES, 2002). Essas duas últimas bacias são os limites naturais da expansão urbana da cidade de Manaus, o rio Puraquequara é o limite pela parte oriental e o curso inferior do igarapé Tarumã-açu é o limite pela parte ocidental.

Os igarapés da Bolívia, Mariano, Leão, Santo Antônio e Tarumanzinho, pela margem esquerda, juntamente com os da margem direita, como o igarapé São José, Canaã e outros, formam a bacia do Tarumã-açu, totalizando uma área aproximada de 133.756 ha que vai desaguar no rio Negro pela sua margem esquerda. Esta bacia fica situada no centro da área de estudo e é nela que está inserida a maior parte da cidade de Manaus, bem como onde está concentrada a maior parte das atividades antrópicas ligadas à cidade de Manaus, o que vale dizer o mesmo para as atividades de mineração. Os cursos d'água da margem esquerda desta bacia apresentam maior índice de ação antrópica, motivado, principalmente, pela proximidade com a área urbana e pelas vias de acesso tanto por via terrestre quanto por via aquática. É, também, nesta porção da bacia do Tarumã-açu que ocorre o maior percentual de atividades de mineração. Em razão deste maior índice de ação antrópica, ao longo destes cursos d'água é possível observar registros desta ação antrópica, o assoreamento acelerado dos igarapés, descaracterizando o canal principal.

2.2.4. Características geológicas da região

a) Estratigrafia da Bacia Paleozóica do Amazonas

A estratigrafia da Bacia do Amazonas está agrupada em quatro seqüências deposicionais (Figura 2.4): três paleozóicas cobertas por uma seqüência clástica continental do Cretáceo ao Recente, e soleiras e diques de diabásio do Mesozóico. A distribuição das unidades litológicas pode ser vista na Figura 2.3, conforme Bizzi et al. (2001).

A **Seqüência Ordoviciano-Devoniana** envolve clásticos marinhos (Grupo Trombetas), truncados pela discordância oriunda da Orogenia Caledoniana. A **Seqüência Devoniano-Carbonífera** envolve sedimentos flúvio-deltaicos e neríticos dos grupos Urupadi e Curuá, separados pela discordância Eoherciniana. A **Seqüência Permo-Carbonífera** consiste em carbonatos e evaporitos continentais e marinhos do Grupo Tapajós. Entre a terceira e a quarta seqüência, ocorrem **diques e soleiras de diabásio** associado a evento distensivo.

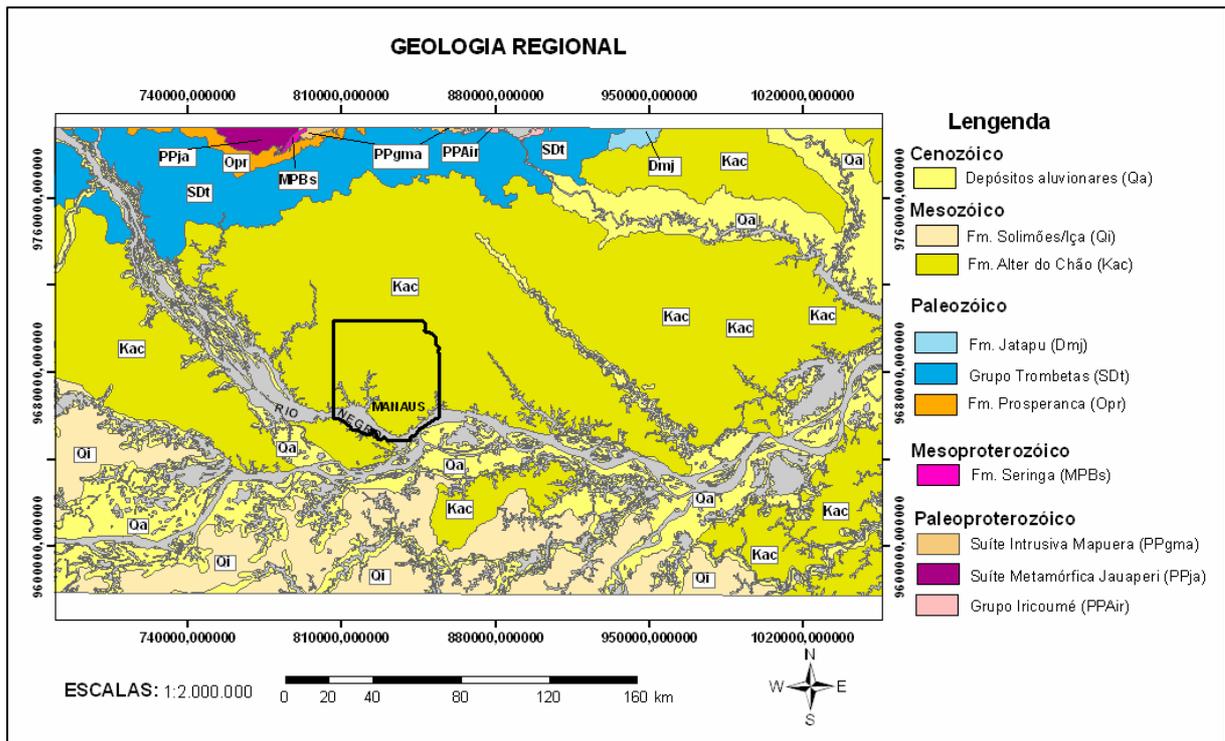


Figura 2.3. Mapa geológico da Bacia do Amazonas, conforme Bizzi *et al.* (2001).

A **Seqüência Cretáceo-Terciária** é representada por sedimentos flúvio-lacustres do Grupo Javari decorrente da Orogenia Andina, seqüência esta que recobre a área de estudo, representada pela Formação Alter do Chão.

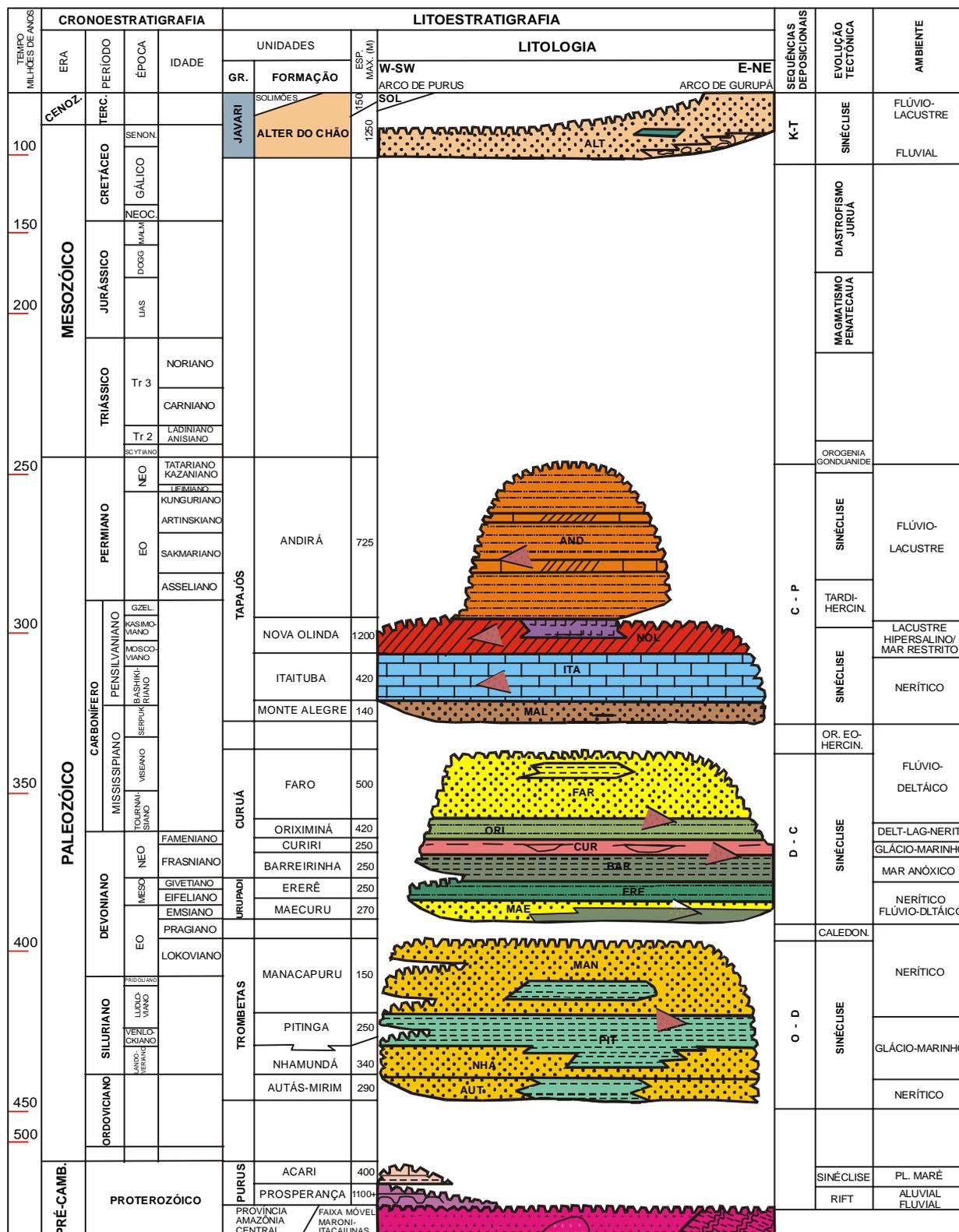


Figura 2.4. Coluna estratigráfica da Bacia do Amazonas, segundo Cunha *et al.* (1994).

Existem, ainda, as **Unidades Cenozóicas**, que correspondem aos depósitos cenozóicos representados por coberturas modernas e depósitos aluviais ao longo do sistema fluvial da região.

Na região de estudo, a formação da Seqüência Cretáceo-Terciária, os processos de abertura do Oceano Atlântico e subducção na porção Andina deram origem a uma reativação tectônica de caráter cisalhante denominada de Diastrofismo Juruá. Após o alívio desse esforço compressivo, resultou a deposição da Seqüência Cretáceo-Terciária porção ocidental da Amazônia. Essa seqüência, representada pelo Grupo Javari (EIRAS *et al.*, 1994), é constituída por sedimentos neocretáceos (Formação Alter do Chão) e cenozóicos (Formação Solimões) da Bacia do Amazonas.

A Formação Alter do Chão compreende arenitos finos a médios, vermelhos, argilosos, caulíníticos, inconsolidados, contendo grânulos de seixos de quartzo esparsos, geralmente com estratificação cruzada. Os sedimentos argilosos são vermelho-tijolo, laminados, contendo lentes de areia irregularmente distribuída. Os conglomerados são constituídos por seixos de quartzo e arenito silicificado e constituem paleocanais na base de bancos de arenito. Distribui-se de leste a oeste nas bacias do Amazonas, cuja espessura pode alcançar cerca de 1.250 m Silva, C. L. (*op. cit.*). Essa formação é sobreposta em discordância pela Formação Solimões. O contato com os depósitos quaternários é abrupto, onde tais sedimentos são cobertos por sedimentos finos e bem consolidados.

A Formação Solimões corresponde à época de soerguimento da cadeia Andina no Paleogeno. Esse fato possibilitou a deposição de pelitos com restos de conchas e moluscos e vegetais, que mal ultrapassou o Arco de Purus e avançou na Bacia do Amazonas (Cunha *et al.* 1994). Essa unidade está composta por argilitos, vermelho e cinza, com camadas de conchas e linhito, muito rica em fósseis vegetais e animais (troncos, folhas, carófitas, ostracodes, escamas, dentes e ossos) que se distribuem amplamente na Amazônia ocidental, desde o Acre até o limite oeste da Bacia do Amazonas, porém não ocorre na área de estudo.

b) Geologia da região:

• Formação Alter do Chão

As unidades geológicas que ocorrem na região de estudo fazem parte de depósitos da Bacia do Amazonas e compreendem os depósitos sedimentares da Seqüência Cretácea-Terciária, Formação Alter do Chão. Os depósitos quaternários estão representados por colúvios, situados sobre esta formação, e depósitos aluvionares sub-recentes e recentes. As principais unidades geológicas estão representadas no mapa geológico da Figura 2.5.

A Formação Alter do Chão (Cretáceo Superior) é a unidade representativa da região de Manaus. Esta formação está distribuída de leste a oeste e de norte a sul na área de estudo e é

constituída por arenitos finos a médios, com níveis argilosos, caulíníticos, inconsolidados, contendo grânulos de seixos de quartzo esparsos, com estratificação cruzada e plano-paralela (Figura 2.6). O nível basal compreende uma camada de arenito litificado e silicificado, denominado de “Arenito Manaus” por Albuquerque (1922), termo comumente usado na região. O “Arenito Manaus”, é caracterizado por arenitos e siltitos silicificados, em geral avermelhados, por vezes esbranquiçados (caulínítico), compacto, que apresentam estruturas sedimentares preservadas (estratificações plano-paralela e cruzadas), contendo fragmentos de madeira, restos de carvão preservados e marcas de raízes, aflorando principalmente nas margens dos rios e igarapés da região, principalmente devido a fraturas, falhamentos, basculamentos de blocos e dissecação pela erosão. Estes são alvos de exploração mineral para produção de britas em inúmeras pedreiras próximas a pequenos cursos d’água (Figura 2.6A).

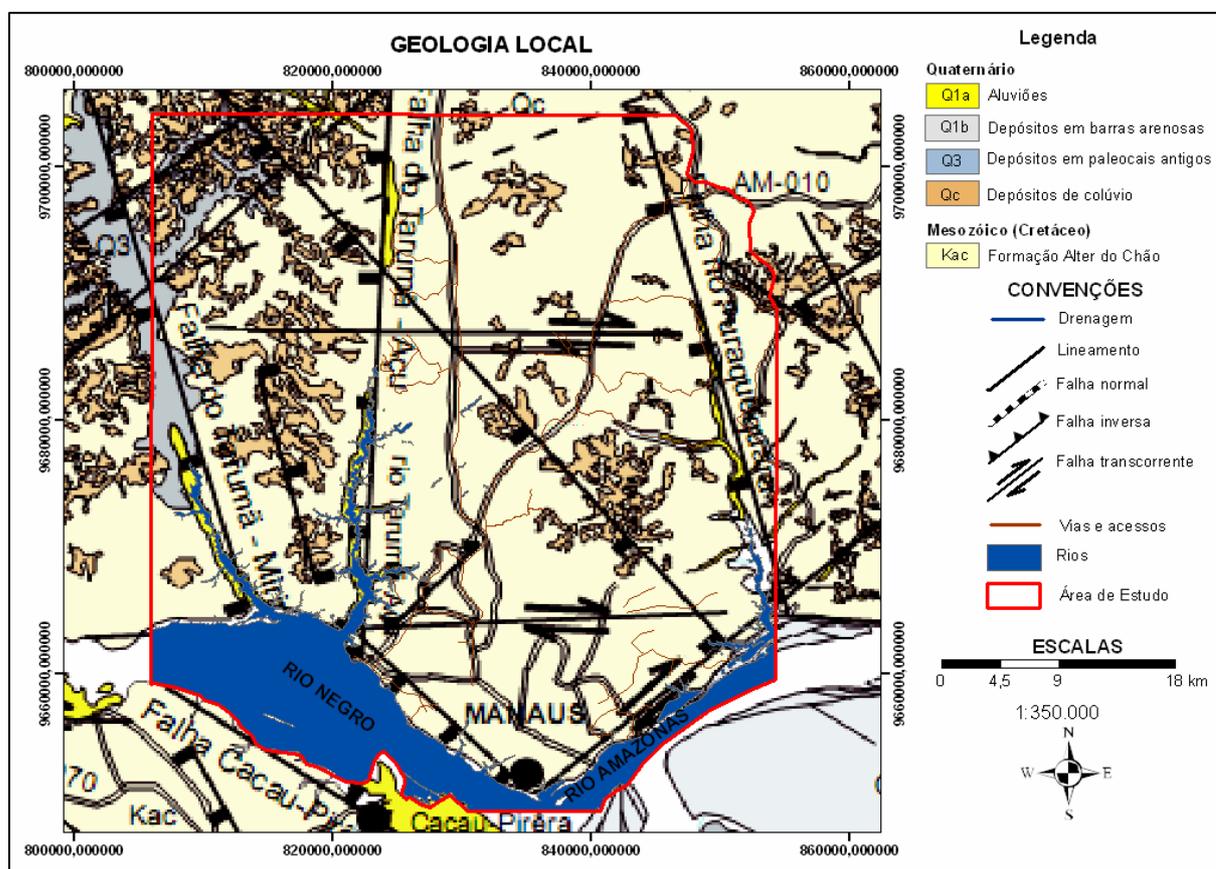


Figura 2.5. Mapa geológico e estrutural local envolvendo a área de estudo, conforme Silva, C. L. (*op. cit.*).

Na cidade de Manaus, por exemplo, os dados de poços apresentam espessuras, dessa unidade, por volta de 200 m.

A Formação Alter do Chão, na região, apresenta característica peculiar em que predominam camadas arenosas estratificadas e caulíníticas, com aparência esbranquiçada, e o ambiente fluvial. Mas, pacotes avermelhados (ferruginizados), devido ao intemperismo, são

encontrados, cuja cor resulta da alteração em ambiente oxidante, onde as flutuações do lençol freático foram efetivas na precipitação do ferro (hematita) (Figura 2.6 (A)).

Em camadas arenosas, da parte superior desta unidade, os minerais menos estáveis ou solúveis são transportados pela ação da lixiviação, restando os mais estáveis, que formam as camadas de areias quartzosas (Figura 2.6(B), (C) e (D)).

Esta unidade é sobreposta por um manto de intemperismo representado pela crosta laterítica ferruginosa e bauxítica e o solo amarelo, e que se distribui amplamente na região. Porém, depósitos de colúvio sobrepõem-se em discordância à Formação Alter do Chão.

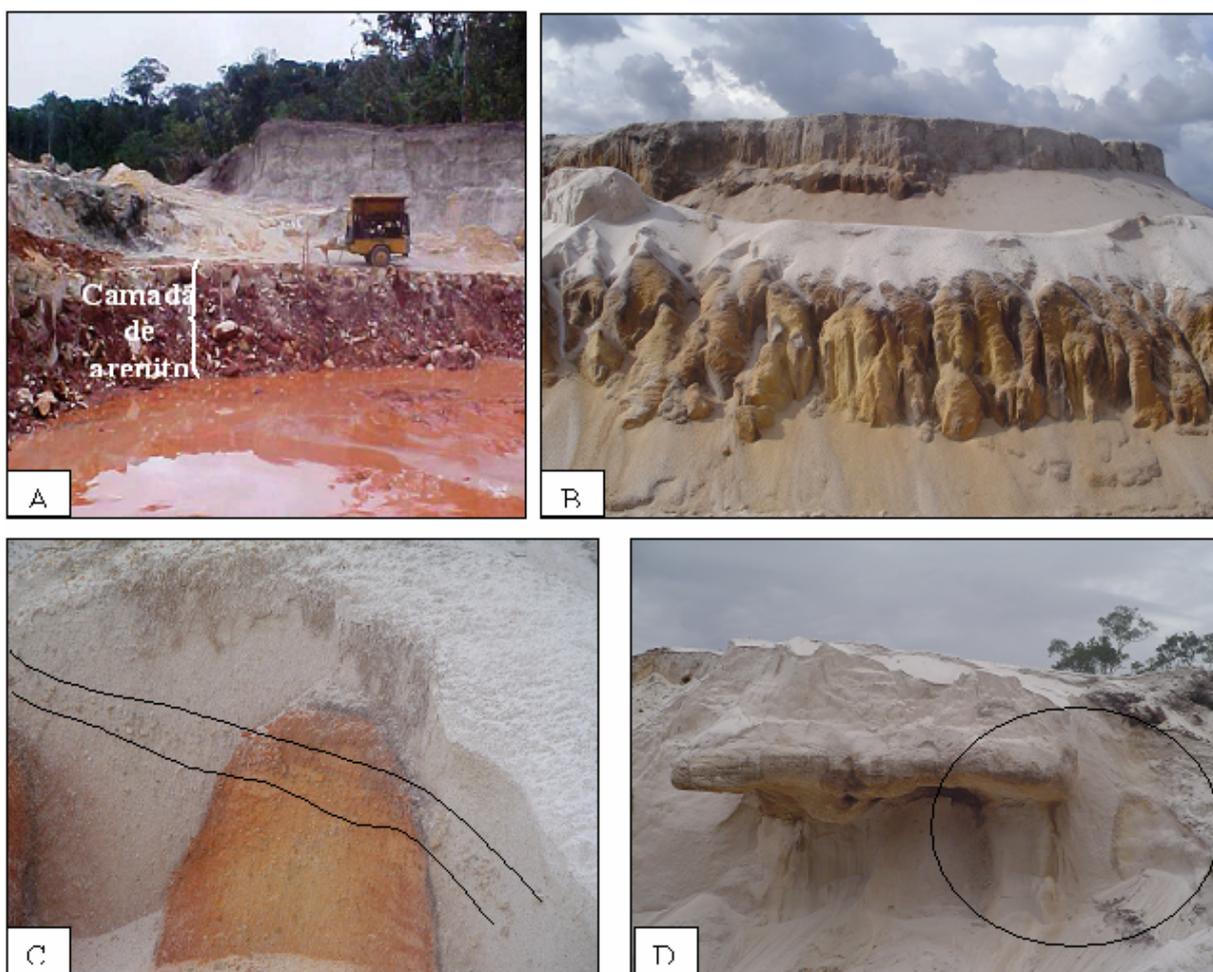


Figura 2.6. Afloramento de “Arenito Manaus” no km 23 da BR 174 – Pedreira do Gurgel, 2005 (A). Testemunhos após a retirada de areia, em alteração de camada de arenito para camada de areia: em areal no km 37 da AM 010, Ramal do Leão, Areal de Albert Einstein e Ivair, 2007 (B); em areal no km 10, BR 174, Ramal do Leão, Areal do Paulo Fonte, observa-se estruturas primárias, linhas de seixos, atravessadas pela alteração da camada devido à lixiviação, 2007 (C); e em (D), em areal ao lado do anterior, Areal da empresa Mercês Material de Construção (Severino), observa-se a própria camada arenítica atravessada pela alteração da lixiviação.

- **Horizonte Laterítico da Formação Alter do Chão**

Na Formação Alter Chão existe um horizonte laterítico cujo perfil, nessa região, compreende os seguintes horizontes (da base para o topo): mosqueado, aluminoso e ou ferruginoso, e o latossólico. O nível mosqueado situado sobre a rocha são compreende um nível esbranquiçado que apresenta mancha de óxido e hidróxido de ferro, composto essencialmente por uma matriz caulínica e espessura variável. Acima desse horizonte, pode ser encontrado o horizonte aluminoso caracterizado por uma crosta avermelhada, textura porosa, por vezes maciça, com teor elevado de gibbsita e espessura de alguns metros (Horbe et al. 1997 e Silva, C. L. *op. cit.*). Geralmente, segundo, ainda estes autores, os perfis aluminosos ou bauxíticos são os mais antigos, evoluídos e estão situados em superfícies de platôs (100 m). No caso desse perfil, este está sotoposto por uma crosta ferruginosa, com estruturas do tipo colunares e pisolítica, mais moderna. E, no topo desse perfil de alteração, ocorre o horizonte latossólico argilo-arenoso amarelado, com espessuras de 5 a 10 m.

- **Unidades cenozóicas da região:**

Depósitos de Colúvio

Estes depósitos constituem-se de material argilo-arenoso amarelado, situado acima do horizonte laterítico e no topo do relevo.

Com base nas propriedades texturais em imagens de satélites (Landsat ETM+ e TM), Silva, C. L. (*op.cit.*). analisou a geologia da região com o intuito de individualização da cobertura superficial. Segundo este autor, ao contrário da técnica de análise principais componentes (APC) aplicada para o realce dos aspectos texturais, que se associam as coberturas argilo-arenosas, a investigação direta das características morfológicas do topo dos interflúvios, por intermédio do uso de técnicas de composição de bandas, possibilitou o mapeamento de várias coberturas observadas no mapa geológico da região (Figura 2.5). O autor descreve tais unidades, como coberturas caracterizadas pelo formato irregular, textura pouco porosa, e situadas em topos de colinas e tabuleiros nas zonas interfluviais. Em algumas regiões, mostram formas residuais, cujo material está submetido a condições de erosão e dissecação do relevo. É um material que apresenta propriedades texturais próprias nas imagens de satélite e que se diferenciam das unidades geológicas da Bacia do Amazonas, onde a forma irregular e alongada na direção NE-SW, está associada a lineamentos de relevo, e possivelmente indica o controle estrutural nessas coberturas.

Segundo, ainda, este autor:

Em um dos afloramentos de linhas de pedra na cidade de Manaus, no Bairro da Cachoeirinha, estas mostram fragmentos de laterita subangulosa, com 10 cm de espessura, na base da camada de colúvio. No topo, domina o sedimento areno-argiloso com espessura de 3 m a 5 m, composto por grânulos de quartzo e raros fragmentos de carvão. (...). Níveis de linhas de pedras localizadas na Rodovia BR-174 são freqüentes e mostram as mesmas características daquela notadas na AM-010. Em ambas as regiões, estas estão deslocadas por superfícies de falhas. (...), estes representam um excelente marcador da deformação tectônica moderna,... Portanto, o depósito coluvionar que ocorre nessa região está caracterizado por uma linha de pedras na base, composta por seixos e grânulos de quartzo, siltito e fragmentos de concreções lateríticas, subangulosos a subarredondados, com espessura que varia de poucos a algumas dezenas de centímetros.

Depósitos em Terraços e Paleocanais

Estas unidades correspondem a depósitos de antigos canais e planícies de inundação que ocorrem em superfícies acima do nível dos rios e em níveis de terraços (Figura 2.5). Se caracterizam pela topografia plana, pouco dissecada, marcada por lagos e canais típicos de planície de inundação, onde foram depositados sedimentos finos (argilas e siltes), posicionados abaixo do nível das colinas onde ocorrem a Formação Alter do Chão e/ou sedimentos coluvionares.

Depósitos Aluvionares Sub-recentes e Recentes

Os depósitos recentes e sub-recentes, na região, envolvem aqueles da planície de inundação, os depósitos de barras de migração de meandro, os depósitos arenosos de barras, os depósitos argilosos e os sedimentos da planície aluvial.

Destes depósitos, na área de estudo, os de melhor observação são os sedimentos recentes, constituídos por areias e seixos, distribuídos nos principais rios da região. Compreendem corpos arenosos, seixos e argilas com estratificação plano-paralela e sotopostos por camadas de areia fina ou silte-argila, cinza ou pardo-acizentados, que recobrem as diferentes unidades geológicas. Os demais depósitos são mais expressivos, na região, porém não nesta área.

c) Geomorfologia

Conforme no Projeto Radambrasil, as unidades morfoestruturais da área de estudo são o Planalto Dissecado Rio Trombetas-Rio Negro, o Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental e a Planície Amazônica (NASCIMENTO *et al.* 1976 e COSTA *et al.* 1978) (Figura 2.7).

O quadro geomorfológico dessa região mostra uma série de feições que estão associadas à evolução geológica durante o Cenozóico.

Estruturas no relevo dessa área estão condicionados principalmente pela estruturação NW-SE e NE-SW, cujas direções correspondem às orientações das principais drenagens. Outros elementos estruturais que seguem a direção N-S e E-W são igualmente importantes, embora pouco comentados na literatura regional.

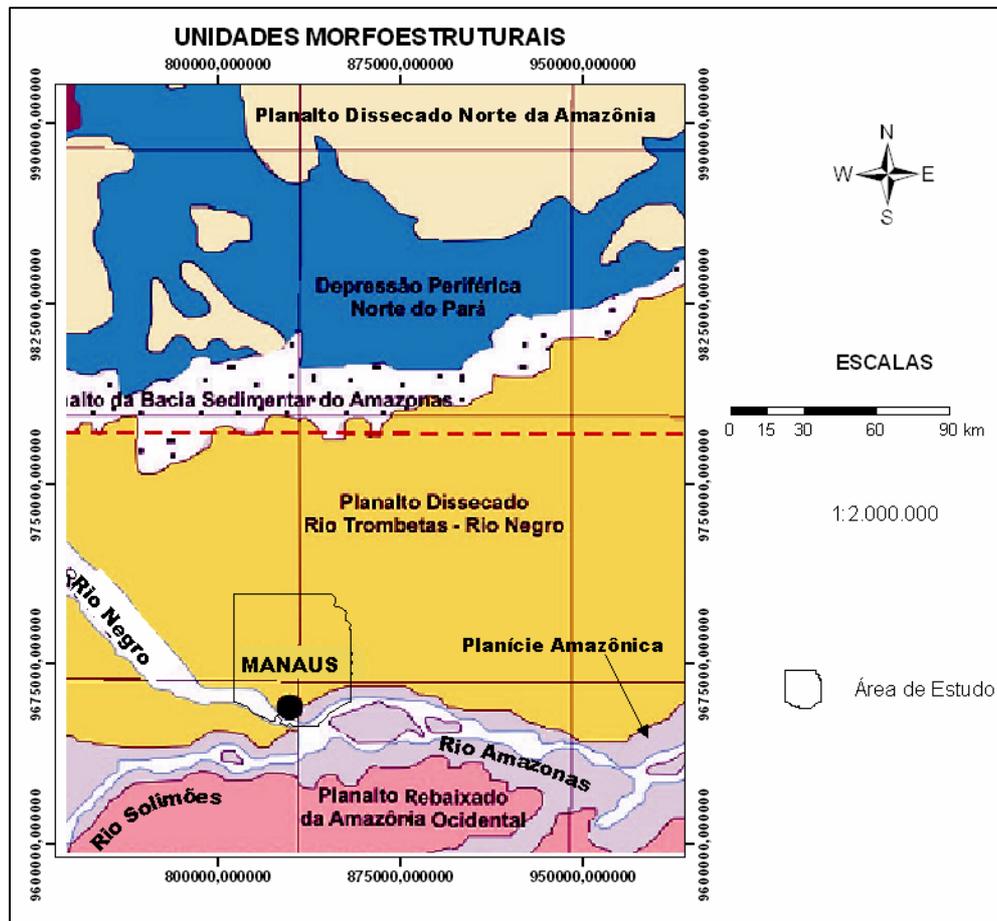


Figura 2.7. Mapa das unidades morfoestruturais, modificado de Nascimento *et al.* (1976) e Costa *et al.* (1978).

As características dos padrões de drenagem e o seu desenvolvimento, bem como o processos erosivos, mostram correlação com os principais traços no relevo, os quais estão associados a significativos elementos geológicos estruturais.

- **Relevo da região de estudo**

Na maior unidade geomorfológica da área de estudo, Planalto Dissecado Rio Trombetas-Rio Negro, o relevo está representado por colinas pequenas e médias dissecadas, vales fechados e drenagens subdendríticas, talhados sobre a Formação Alter do Chão. Predominam colinas com cotas de 50 m a 100 m (Figura 2.8) marcadas por superfícies abruptas erodidas com vales estreitos em V e zonas de interflúvios estreitas e alongadas (NW-SE e NE-SW).

Depósitos de colúvio estão situados nos topos das colinas e tabuleiros e distribuem-se de forma irregular e alongados. Tais depósitos estão submetidos a forte erosão. Segundo (SILVA, C. L. *op. cit.*) a dissecação mostra controle estrutural e é por intermédio desses sistemas de lineamentos de relevo que se desenvolve a dissecação do relevo na região.

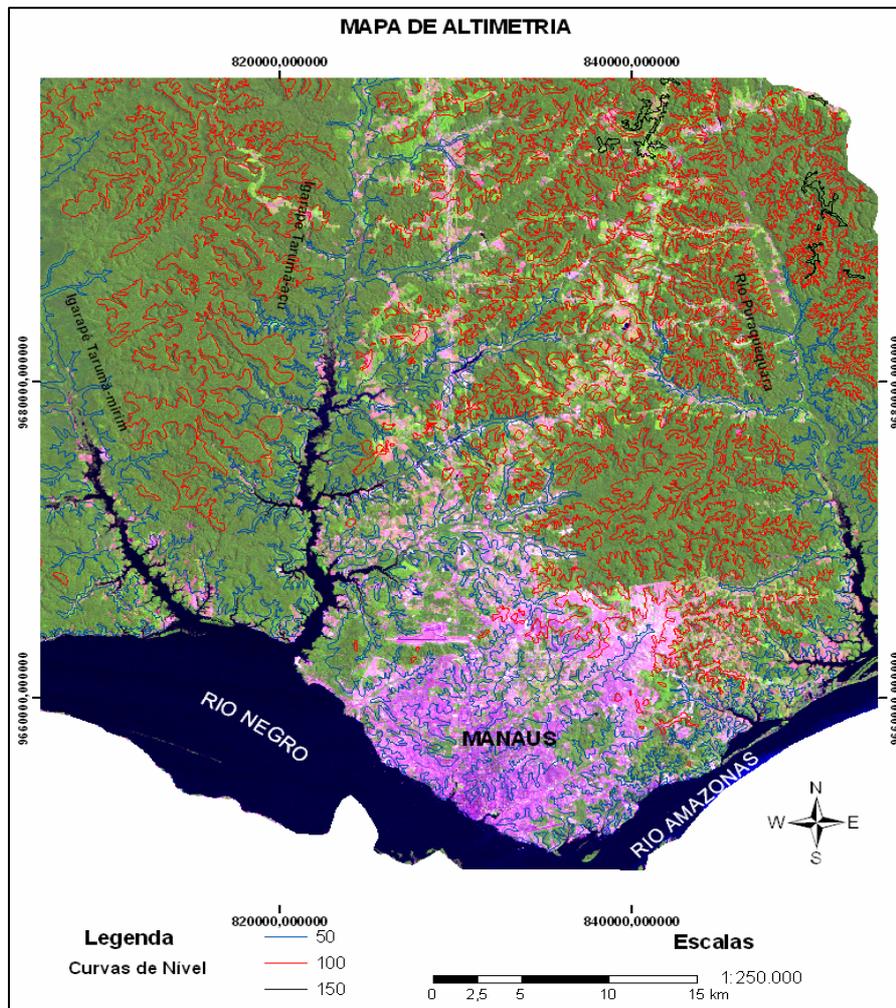


Figura 2.8. Mapa de curvas de nível da área de estudo com base em 4 cartas topográficas na escala 1:100.000 sobreposto à imagem Landsat 1995 na composição 345 RGB.

A paisagem na cidade de Manaus está compartimentada em altitudes de 50 m a 100 m, destacando-se relevos de colinas e interflúvios orientados nas direções NW-SE e NE-SW (Figura 2.8), onde os setores norte e sul da cidade são marcados por colinas estreitas e alongadas NE-SW, principalmente nas zonas de interflúvios das bacias dos igarapés do Quarenta (afluente do Igarapé dos Educandos) e Mindu (afluente do Igarapé do São Raimundo), e pelo limite leste da cidade, na margem do Rio Amazonas, com desníveis topográficos da ordem de 30 metros ou mais.

Bento (1998), descreve as colinas com interflúvios tabulares situados entre 75 m e 100 m e desníveis topográficos que variam de 35 m a 60 m. Tais desníveis são significativos para a topografia dessa região e refletem a paisagem ondulada da cidade de Manaus. Os valores de declividade, apresentados pelo autor para a área urbana, são abaixo de 30 %, sendo que valores superiores (>30 %) estão concentrados nas encostas dos interflúvios tabulares, resultado da intensa dissecação do relevo (Bento 1998).

• **Análise da Rede de Drenagem**

A rede de drenagem dessa região está representada e controlada pelos rios Negro, Solimões e Amazonas. A área de estudo está situada às margens esquerdas dos rios Negro e Amazonas, sendo que o rio Negro tem maior influência. Os afluentes do Rio Negro, na área de estudo são rios Cuieiras, Tarumã-mirim e Tarumã-açu, sendo a bacia deste último a que abrange a maior parte da área de estudo.

Nas bacias de drenagem da região de Manaus, exceto o rio Cuieiras que flui para sudoeste, os igarapés do Tarumã-mirim, Tarumã-açu e Puraquequara, se direcionam, aproximadamente, de norte para sul. Embora as drenagens dos rios sejam classificadas, no geral, como subdendríticas, a disposição NW-SE dos canais principais configura um arranjo paralelo tanto dos rios principais como dos pequenos segmentos dos tributários.

Na área oeste de Manaus, o padrão das drenagens é subdendrítico formado por bacias que mostram formas alongadas e paralelas entre si (Figura 2.8).

• **Compartimentação geomorfológica**

A análise de compartimentação geomorfológica, a partir do conhecimento dos principais elementos morfoestruturais da região, resultou na individualização de cinco compartimentos geomorfológicos, com base em: superfícies, a posição altimétrica das mesmas relativas a abatimento e o basculamento dos blocos. Alguns limites estabelecidos

compreendem o divisor de bacias hidrográficas, mas sua relação foi arbitrada em função da separação do abatimento de blocos (Figura 2.9). De acordo com este figura, apenas os compartimentos *I* e *II* inserem a área de estudo.

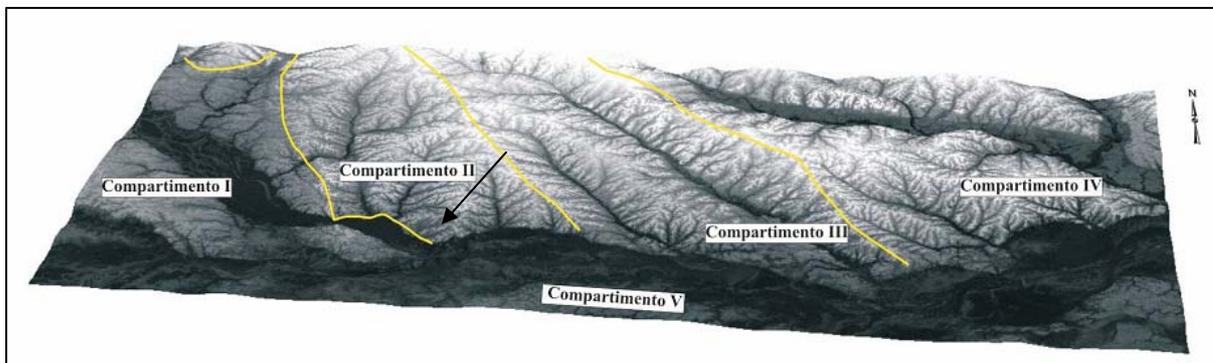


Figura 2.9. Compartimentação geomorfológica da área de estudo estabelecida em função de critérios morfoestruturais em modelo do SRTM (tons de cinza), conforme Silva, C. L. (2005).

O compartimento I, região a oeste de Manaus, cujo limite leste é a escarpa de falha que passa no baixo curso do Rio Cuieiras. Abrange parte insignificante da área de estudo.

Compartimento II, limitado a oeste pela escarpa no baixo curso do Rio Cuieiras e, a leste, pelo interflúvio alinhado entre os rios Puraquequara e Preto da Eva. Caracteriza-se por superfície desnivelada para oeste-sudoeste (Figura 2.13). Os elementos morfológicos são as escarpas dos rios envolvidos. Este compartimento abrange a totalidade da área de estudo.

2.3. CRESCIMENTO POPULACIONAL E DINÂMICA URBANA EM MANAUS

Antes da chegada dos colonizadores portugueses na região de Manaus, o local era habitado por várias tribos indígenas, entre elas a tribo **Manaós**. Seu nome significa "Mãe de Deus", o qual deu origem ao nome atual da cidade, Manaus. A ocupação deste local se deu com a construção da Fortaleza de São José da Barra do Rio Negro no Século XVII. Em 1791, passou a ser a sede do governo da Capitania de São José do Rio Negro. Em 1808, o local assumiu a condição definitiva de capital. Em 1848, esta foi elevada a categoria de cidade, sob o título de "Cidade da Barra do Rio Negro" (BENTO, 1998).

Em 1856, o local foi denominado de "Cidade de Manaus". Como capital da Província do Amazonas, Manaus conseguiu o primeiro passo para o desenvolvimento econômico e urbano. A Figura 2.10 mostra a situação urbanística em qual Manaus se encontrava em 1852. Conforme Bittencourt (1969) *apud* Bento (1998), a cidade se desenvolveu em área drenada por seis cursos d'água ou igarapés, onde três deles foram aterrados: Igarapé do Espírito Santo,

ocupado pelas Avenidas Getúlio Vargas e Floriano Peixoto; Igarapé dos Remédios ou do Aterro, ocupado pela Avenida Eduardo Ribeiro; Igarapé da Ribeira das Naus, área ocupada pelas praças do Comércio, Oswaldo Cruz e Quinze de Novembro (Figura 2.10).



Figura 2.10. Planta-croqui da cidade de Manaus no ano de 1852 (Monteiro 1994 *apud* Bento 1998 e Roque 2006).



Figura 2.11. Mapa da cidade de 1893, cujo traçado urbano apresenta malha viária quadriculada, semelhante à existente em Lisboa/Portugal.

Desde a sua criação, na data de 4 de setembro de 1856 (lei nº. 68 da Assembléia Provincial do Amazonas), a cidade de Manaus viveu dois períodos distintos. O primeiro deles é marcado pelo início da atividade extrativista, na região, tendo como o seu principal produto o látex, “o conhecido período áureo da borracha”. A economia prosperou baseada na comercialização da borracha, resultando em grandes transformações urbanas. Mas após 1920, a cidade enfrentou um período de decadência econômica e estagnação populacional e, somente em 1967, com a instalação da Zona Franca de Manaus, essa situação seria revertida. A partir deste período, Manaus passa a ser um pólo de intensa atividade industrial e comercial, atraindo um grande número de pessoas que se originavam principalmente do interior do Estado e da região Nordeste.

Com a instalação do Distrito Industrial e da Zona Franca de Manaus ocorreram inúmeros efeitos positivos e negativos na cidade. Entre os efeitos positivos, houve a grande oferta de emprego na indústria e no comércio e aumento da renda local; e entre os efeitos negativos, um vertiginoso crescimento populacional e a ocupação desordenada do espaço urbano da capital, onde Manaus passou a exercer função de pólo industrial e comercial, bem como importante fator da atração do fluxo migratório. A ocupação do solo intensificou-se e a expansão urbana teve, como principal vetor, o sentido norte, onde foram construídos grandes conjuntos habitacionais para atender à demanda de grande contingente populacional vinda de toda parte do país. A migração foi fator relevante no processo de ocupação. Pela falta de qualificação profissional, esse contingente populacional vindo, principalmente, do interior, ocupou as margens dos igarapés e estimulou o processo de invasão de áreas particulares e públicas, notadamente nas zonas norte e leste da cidade.

O crescimento populacional e urbano da cidade de Manaus, um intenso crescimento da sua população urbana, registra um salto de 300 mil habitantes, na década de 1970, para aproximadamente 1645 mil em 2005. De acordo com dados de população encontrados na literatura, obteve-se um quadro resumo do crescimento populacional e urbano da cidade de Manaus para o período de 1970 a 2007 (Quadro 2.1). Nas últimas décadas, a “indústria da invasão”, denominação local, é tida como um dos fatores responsáveis por esse crescimento desordenado do espaço urbano. A maior parte dos episódios de invasão – espontâneos ou organizados – que ocorreram em Manaus foi direcionada para áreas, até então, preservadas com florestas primárias e secundárias em áreas residuais, deixadas como “áreas verdes”, oriundas da implementação de conjuntos habitacionais regulares e irregulares.

Quadro 2.1: População e Crescimento do Espaço Urbano em Manaus

Ano	População Municipal	População Urbana	Área Urbana (km ²)
1970	311.622	283.685	2,50
1980	633.383	611.843	-
1991	1.011.501	1.006.585	-
1995	-	1.138.178	377,37
2000	1.405.835	1.396.768	-
2005	-	1.644.690	-
2007	1.646.602	-	401,48

Fonte: Silva, J. R. C. (2005), Roque 2006 e Dados do IBGE (Censos 1970, 1980, 1991 e 2000, 2005)

As áreas verdes mais freqüentemente invadidas são aquelas localizadas em conjuntos habitacionais. Tais invasões não são realizadas apenas por populações de baixa renda. Ocorrem também invasões feitas por setores da burguesia, conhecida como grilagem.

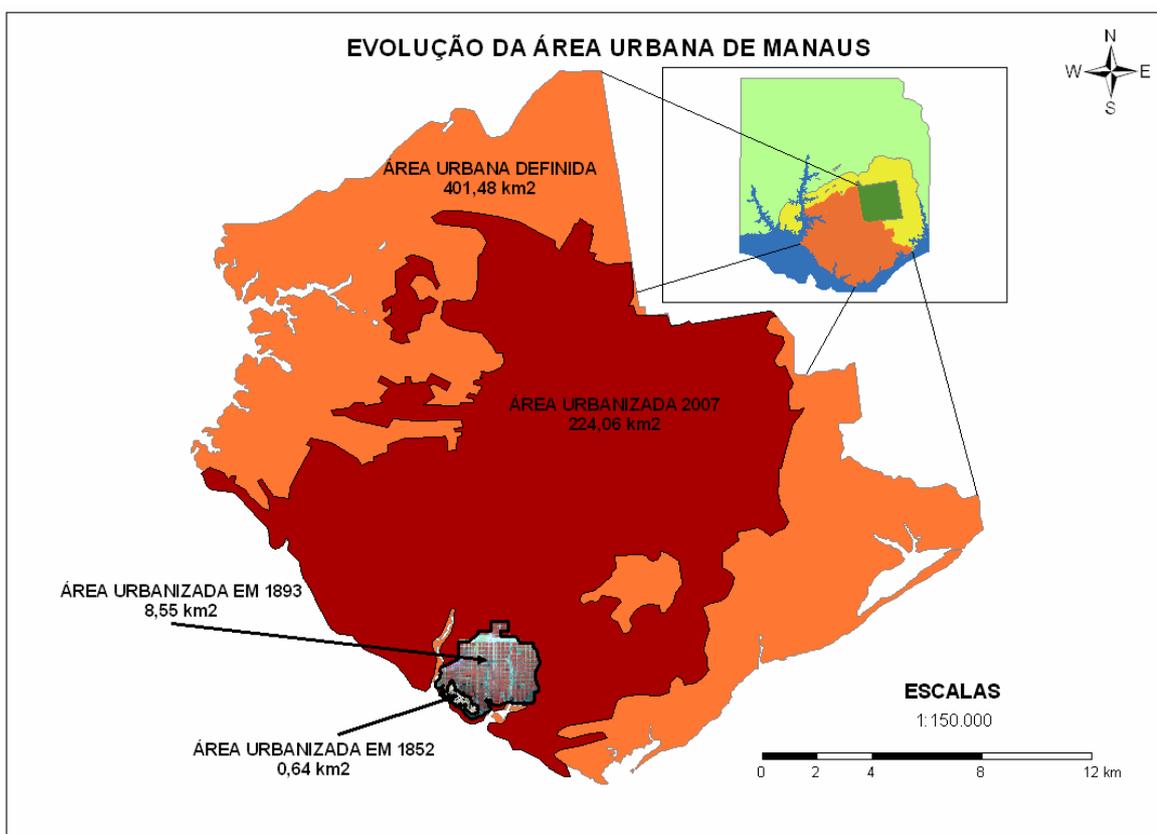


Figura 2.12. Mapa da área urbana de Manaus, mostrando sua evolução de 1852 a 2007.

CAPÍTULO III

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. MINERAÇÃO NO BRASIL E EM MANAUS

3.1.1. Aspectos da mineração no Brasil

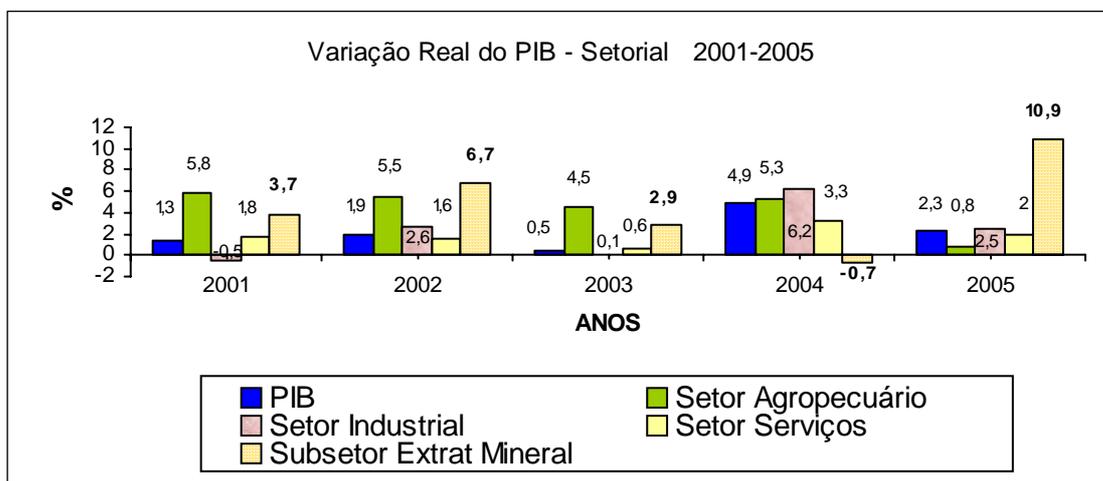
Segundo Farias (2002, p. 2), sobre a situação ambiental da indústria mineral brasileira:

A mineração é um dos setores básicos da economia do país, contribuindo de forma decisiva para o bem estar e a melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações, sendo fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade equânime, desde que seja operada com responsabilidade social, estando sempre presentes os preceitos do desenvolvimento sustentável.

De uma situação adversa nas décadas de 1980/90, reflexo principalmente do excesso de oferta mundial, o Setor Mineral mundial emerge e adentra o século XXI favorecido por mudanças estruturais de mercado. E é sob essa perspectiva de mudanças, geradoras da onda cíclica altista de preços dos metais, aliada a geodiversidade e potencial mineral brasileiro, que se desenha o novo boom econômico mineral mundial.

O Setor Mineral transversaliza todos os setores: Primário (mineração), Secundário (metalurgia, siderurgia, química, industrial) e Terciário (mercado) - apresenta grande

amplitude e heterogeneidade, com estágios que vão do precário (garimpo) ao moderno (minas planejadas – uso de excelentes técnicas da Geologia e Engenharia de Minas). Assim, o Setor Mineral se projetou com notável índice de crescimento, da ordem de 10,9% em 2005 (Figura 3.1)(cf. IBGE, 2006; IPEA, 2006) *apud* DNPM (SUMÁRIO MINERAL, 2006).



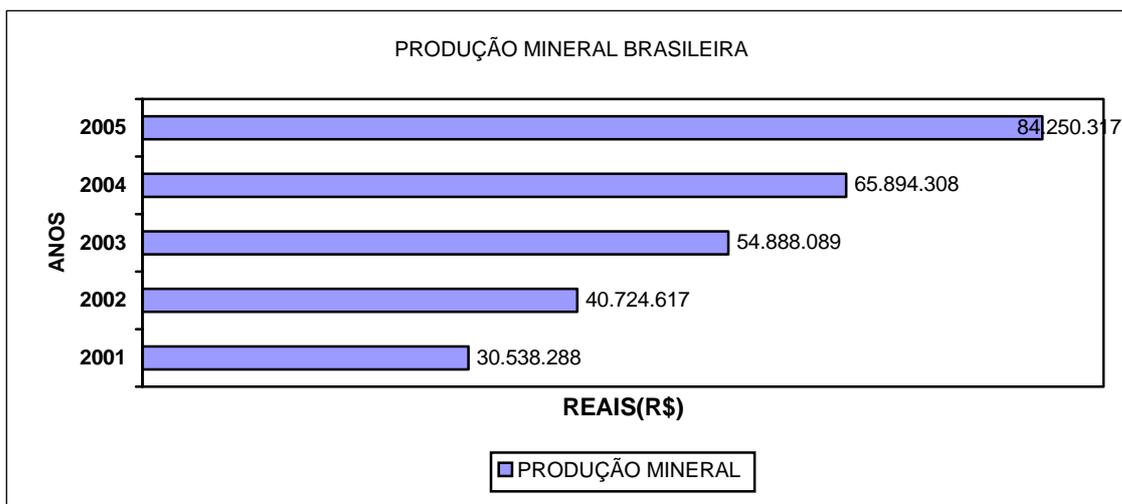
(Fonte: IBGE, 2006 *apud* DNPM(ANUÁRIO MINERAL, 2006)).

Figura 3.1: Comparação do crescimento do setor mineral e demais setores.

Existe um grande número de empresas de mineração, porém o setor apresenta-se bastante concentrado na maioria dos segmentos relevantes, o que tem elevado o nível de integração entre mina e indústria de transformação mineral. O valor da produção é muito concentrado em poucos minerais. Logo, há inúmeras oportunidades de crescimento para Setor Mineral brasileiro.

No contexto nacional (2001-2005), observa-se uma evolução do Valor da Produção Mineral Brasileira da ordem de 212,33% em valores nominais, com um crescimento contínuo (Figura 3.2): 2001: R\$ 30.538.288; 2002: R\$ 40.724.617; 2003: R\$ 54.888.089; 2004: R\$ 65.894.308; e 2005: R\$ 84.250.317, com significativos índices de participação no PIB.

Os agregados para construção civil são rochas britadas, rochas aplicadas “in natura”, e areias além de substitutivos como resíduos inertes reciclados, escórias, produtos industriais e outros. Os recursos em agregados são, em geral, abundantes no Brasil, porém há algumas regiões com escassez significativa. A participação dos tipos de rochas utilizadas na produção de pedra britada é a seguinte: granito e gnaiss – 85%; calcário e dolomito – 10%; basalto e diabásio-5%. O número de empresas que produzem pedra britada é da ordem de 660 e são responsáveis por cerca de 20.000 empregos diretos e 100.000 indiretos. Do total das pedreiras, 60% produzem menos que 200.000 t/ano por unidade; 30% produzem entre 200.000 t/ano e 500.000 t/ano e 10% produzem mais que 500.000 t/ano.



(Fonte: DIDEM-DNPM, 2006 apud DNPM (ANUÁRIO, 2006)).

Figura 3.2: Evolução da Produção Mineral Brasileira no período 2001-2005.

Areia e pedra britada caracterizam-se por grandes volumes produzidos relativamente ao consumo a que se destinam. No concreto, os agregados respondem por 80% do volume total. O transporte responde por cerca de 2/3 e 1/3 do preço final dos produtos, respectivamente, o que impõe a necessidade de produzi-los o mais próximo possível do mercado (aglomerados urbanos). O maior problema para o aproveitamento das reservas agregados existentes é a urbanização crescente que esteriliza importantes depósitos ou restringe a extração. A ocupação do entorno de pedreiras por habitações e restrições ambientais à utilização de várzeas e leitos de rios para extração de areia criam sérios problemas para as lavras em operação. Em consequência, novas áreas de extração estão cada vez mais distantes dos locais de consumo, encarecendo o preço final dos produtos DNPM(ANUÁRIO MINERAL, 2006)).

A Lei nº. 7.990/89 instituiu a CFEM (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais). A CFEM se apresenta como contrapartida dos agentes de produção (empresas) pela exploração dos recursos minerais à União. A venda ou consumo eventual pela estrutura do empreendimento minerário caracterizam-se como fatos geradores da CFEM, cuja receita derivada segue distribuição proporcional: 65% Municípios produtores, 23% Estados e Distrito Federal e 12% Órgãos da Administração Direta da União. A cota-parte da União é rateada ao DNPM (9,8%), ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT (2%) e ao IBAMA (0,2%), respectivamente. A CFEM é calculada sobre o valor do faturamento líquido, variando de 0,2% Gemas a 3% Metais – Base (Quadro 3.1).

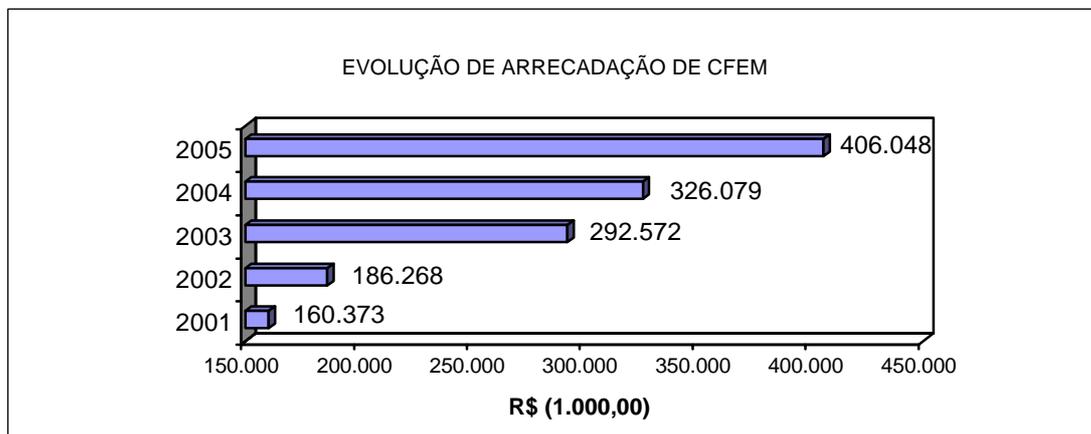
Quadro 3.1: Alíquotas das Substâncias Minerais

MINERAL-MINÉRIO	ALÍQUOTA
Alumínio, Manganês, Potássio e Sal-gema;	3,0%
Ferro, Fertilizantes, Carvão e demais minérios.	2,0%
Ouro	1,0%
Diamante, Gemas de Cor, Carbonatos e Metais Preciosos.	0,2%

(Fonte: Lei nº. 7.990/89 e Decreto nº. 01/1991)

A arrecadação da CFEM, no período 2003-2005, assegurou significativo aumento das receitas do DNPM, registrando-se acréscimos da ordem de 57,1% (2003/2002), 11,5% (2004/2003) e 24,5% (2005/2004).

Em 2005, a arrecadação da CFEM registrou recorde de R\$ 406 milhões, apresentando uma evolução de 24,5 % frente a 2004 (Figura 3.3).



(Fonte: DNPM (ANUÁRIO MINERAL, 2006)).

Figura 3.3: Arrecadação de CFEM no período 2001-2005.

Minas Gerais (50,1%), Pará (29,6%) e Goiás (3,7%), com R\$ 205 milhões, R\$ 120 milhões e R\$ 15 milhões, respectivamente, mantiveram-se hegemônicos no *ranking* de recolhimento de CFEM. Na esfera municipal observa-se a hierarquia seguinte: Parauapebas (PA), Itabira (MG), Mariana (MG), Oriximiná (PA) e Nova Lima (MG). O minério de ferro mantém-se como maior fonte de receita de CFEM, 49,9% do total recolhido em 2005. Em seguida, postam-se: alumínio (8,9%), caulim (4,2%), calcário (3,7%) e ouro (3,2%).

3.1.2. Aspectos da mineração em Manaus

Conforme Nava (1996), na década de 70, foi desenvolvido, pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), o Projeto Argila Manaus, o qual apresentou dados pioneiros referente à caracterização dos recursos minerais da região. Como agregados de uso

na indústria da construção civil, além das ocorrências já conhecidas, o registro de abundantes depósitos de areia e dispersos núcleos isolados de arenitos silicificados (arenito Manaus), foram identificados.

As regiões da Ponta Negra e Tarumã foram amplamente exploradas até o final da década de 80, pela mineração, devido as suas proximidades com a área urbana e a facilidade de escoamento destes recursos, bem como pela significativa demanda de material para a indústria da construção civil, uma exigência imposta pelo crescimento urbano de Manaus.

Com a criação da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (antiga SEDEMA, atual SEMMA) e da instituição da Lei Orgânica de Manaus, em 1989, foram interditadas (Figura 3.4) e proibidas, na região do Bairro Tarumã e suas áreas urbanizadas, as atividades de exploração mineral. A finalidade foi interromper as graves e acentuadas degradações ambientais decorrentes da mineração desordenada, e com vistas à preservação dos ambientes naturais da região. Estes objetivos foram atingidos de forma parcial, de modo que a recuperação ambiental das áreas degradadas não foram efetivadas, restando, atualmente, um significativo passivo ambiental. Estas áreas encontram-se degradadas e apresentam um significativo impacto visual. Geralmente apresentam-se desprovidas de vegetação ou apenas uma incipiente regeneração natural, de baixo a alto nível de erosão e associados a significantes índices de assoreamento das drenagens e vales. Geralmente, as extrações de arenito (pedreiras) são compostas de cavas em forma de lagoas (Figura 3.5).

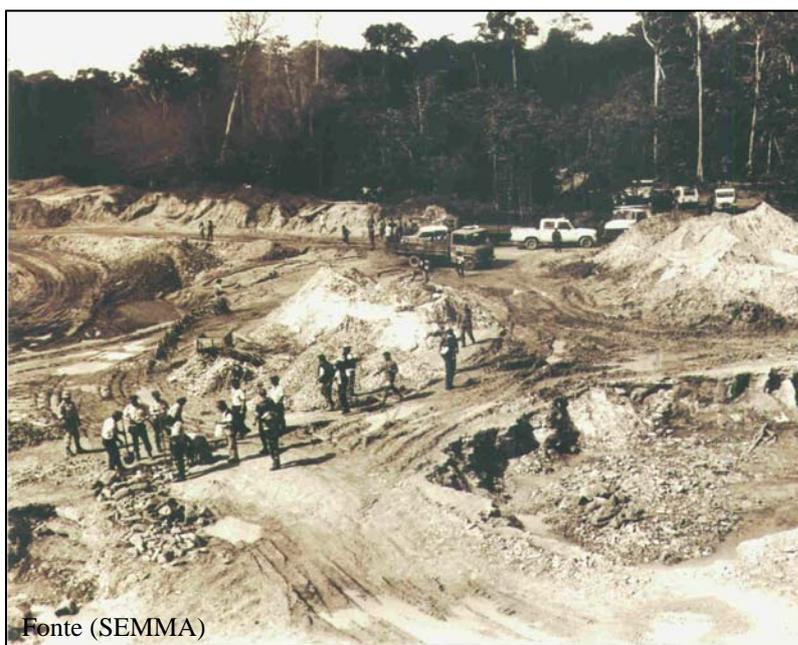


Figura 3.4: Fiscais da antiga SEDEMA (atual SEMMA) interditando atividades de mineração no Bairro Tarumã em 1989.

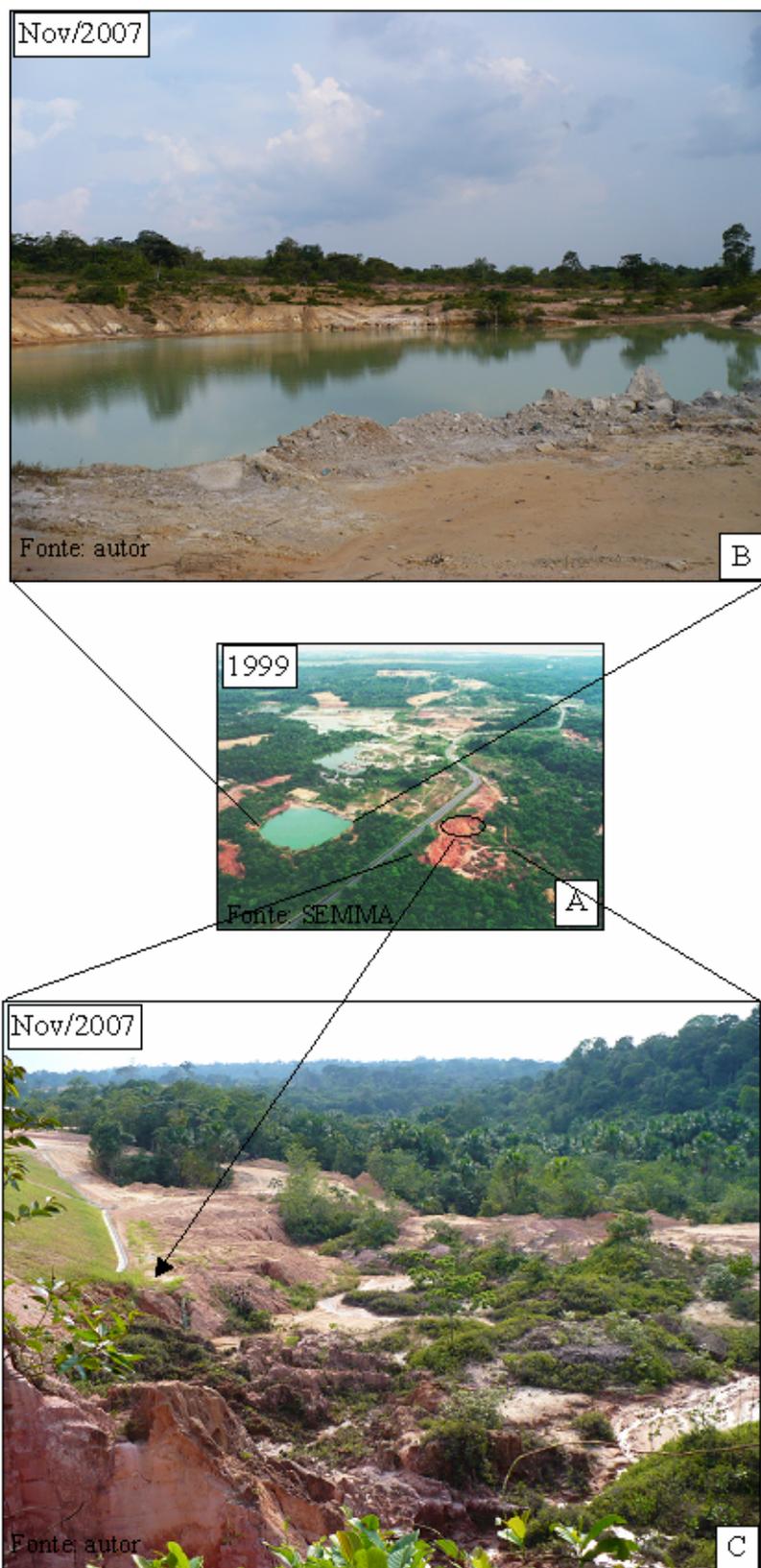


Figura 3.5: Extrações de arenito interditas em 1989 e não recuperadas na Cachoeira Alta do Tarumã (A). Detalhe de (A) mostrando cava preenchida com água (B). Detalhe de (A) mostrando voçoroca após tentativa fracassada de conter erosão, realizada em 2007 (C) (Ponto 81 Anexo E).

Na região de Manaus, os recursos minerais explorados para uso na construção civil são a areia quartzosa, o arenito ou argilito silicificado na produção de brita e pedra em blocos, o latossolo ou aterro e a argila. Todas as reservas desses minerais são superficiais, o que caracteriza-se no tipo de exploração a céu aberto, onde o método de exploração é o em tiras paralelas, no caso das areias e aterro, e ou em bancadas, no caso da extração de arenito ou argilito e argila. As etapas de desenvolvimento de uma lavra na região, geralmente, são as seguintes: a) supressão da vegetação e limpeza de restos lenhosos; b) decapeamento do corpo mineral, com a retirada do solo orgânico e do material estéril; d) o desmonte, transporte e carregamento do minério. Geralmente não há estocagem de minério, a não ser no caso da extração de arenito e argilito. No caso da areia e aterro, o carregamento e transporte são realizados logo em seguida do desmonte, aproveitando a mesma máquina, ou seja, não necessidade de estocagem, pois acarretaria prejuízo, tanto com perda do minério quanto com o uso de maquinário.

3.2. DEGRADAÇÃO AMBIENTAL PELA MINERAÇÃO E MEDIDAS DE CONTROLE

De acordo com a legislação brasileira, impacto ambiental é "qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e V - a qualidade dos recursos ambientais" (Resolução CONAMA 001/1986). Desde modo, juridicamente, o conceito de impacto ambiental refere-se exclusivamente aos efeitos da ação humana sobre o meio ambiente. Portanto, fenômenos naturais, como: tempestades, enchentes, incêndios florestais por causa natural, terremotos e outros, apesar de poderem provocar alterações ambientais não são caracterizados como impacto ambiental, mas como efeitos ambientais.

O meio ambiente consiste na interação dos meios físico, biótico e antrópico. Essa interação é dinâmica, assim as características ambientais tendem a se modificar, naturalmente, com o tempo. A dinâmica do meio ambiente é expressa pelos processos ou fatores do meio ambiente. Entretanto, com uma intervenção humana, esses processos ou fatores podem ser acelerados, retardados ou suprimidos (IPT, p.88).

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação, a degradação do solo consiste na deterioração ou perda total da capacidade dos solos para o uso presente e futuro (CORRÊA, 2006). Logo, a degradação pela mineração é resultado da modificação da paisagem e perda da estrutura física, química e biológica de uma determinada área. As estabilidades ecológica e ambiental, a estabilidade química e a estabilidade física são os objetivos da recuperação de áreas degradadas pela mineração, as quais são objetos dos seguintes processos: **revegetação, remediação e geotecnia**. “A interação entre essas áreas é intensa, pois não há que se pensar em revegetação sem antes remediar processos químicos e estabilizar fisicamente locais minerados” (CORRÊA, 2006, p.23).

Para diferenciar degradação de perturbação, Corrêa (2006, p. 24), afirma:

diferentes intensidades de danos, requerem diferentes conceitos e tratamentos. Desmatar uma área ou deteriorar as propriedades de um solo podem ser degradações ou perturbações, a depender da intensidade do dano. Caso o ambiente não se recupere sozinho em um tempo razoável, diz-se que ele está **degradado**, e a intervenção humana é necessária. Se o ambiente mantém a sua capacidade de regeneração ou depuração (**resiliência**), diz-se que ele está **perturbado**, e a aceleração humana apenas acelera o processo de recuperação. A degradação intensa, com perda de resiliência, resulta notadamente em **áreas degradadas**. Há outros locais, porém que a simples mitigação dos impactos ambientais causadores da alteração é suficiente para que processos de regeneração natural recupere o ecossistema terrestre. São as chamadas **áreas perturbadas**, que resguardam considerável grau de resiliência. Reconhecer os mecanismos de resiliência de um sistema e distinguir **áreas perturbadas** de **áreas degradadas** são aspectos importantes para a eficiência técnica e econômica de um PRAD [destaque do autor].

A atividade de mineração, principalmente a céu aberto, pode ocasionar desmatamento e escavação do solo e subsolo, trazendo consigo, como decorrência, a degradação do terreno, porém dependendo da sua significância podem constituir impactos ambientais, negativos e positivos. Os impactos positivos referem-se aos diversos benefícios socioeconômicos proporcionados pela mineração.

A degradação pela mineração traz, como efeitos danosos, a destruição da paisagem ou impacto visual, bem como os que afetam diretamente o equilíbrio ecológico existente, tais como, a produção de ruídos e vibrações, poeira, poluição das águas, assoreamento de vales e cursos d'água, rebaixamento e/ou exposição de lençol freático, erosão e prejuízos à fauna, à flora e à trafegabilidade nos acessos de comunidades estabelecidas no local. No Anexo A1 e

A2 montou-se e organizou-se os principais danos pela mineração, suas causas e atividade nas fases de instalação e funcionamento das atividades minerárias, e as medidas de mitigação, compensatórias e de monitoramento necessárias para o controle ambiental de um empreendimento minerário, considerando os três métodos de lavras a céu aberto citados: o desmonte hidráulico, lavra por bancada e lavra por tiras.

3.3. RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS – RAD

3.3.1. Conceitos básicos

O termo recuperação é relativamente vasto, na literatura técnica e na legislação brasileira, onde podem ser encontradas referências nas diferentes áreas do conhecimento que, de algum modo, tendem a contribuir nos trabalhos de recuperação de áreas degradadas, ou até mesmo confundir o entendimento dos principiantes deste campo de estudo, principalmente na diferenciação ou limite de abrangência dos termos: **Restauração**, **Recuperação** e **Reabilitação**. Segundo as definições da ABNT (NBR 13030, 1999), específica para mineração:

Restauração

Conjunto de procedimentos através dos quais é feita a reposição das exatas condições ecológicas da área degradada pela mineração, de acordo com o planejamento estabelecido.

Reabilitação

Conjunto de procedimentos através dos quais se propicia o retorno da função produtiva da área ou dos processos naturais, visando a adequação ao uso futuro.

Recuperação

Conjunto de procedimentos através dos quais é feita a recomposição da área degradada para o estabelecimento da função original do ecossistema.

3.4. SENSORIAMENTO REMOTO E SIG

3.4.1. Interpretação de imagens

Interpretar imagens é identificar objetos nelas representados e dar um significado a esses objetos. “Assim, quando identificamos e traçamos rios e estradas, ..., uma área de cultivo, etc., a partir da análise de imagem ou fotografia, estamos fazendo a sua interpretação (FLOREZANO, 2002, p. 41). Quanto maior a resolução espacial e a escala, mais direta e clara é a identificação dos objetos em uma imagem.

Na maioria das vezes, o resultado de uma interpretação de imagem de SR é apresentado na forma de um mapa. Às vezes, a própria imagem é utilizada para assinalarmos limites, estradas, drenagens e o nome dos objetos identificados. Este é um procedimento comum quando os dados são utilizados no formato digital e analisados diretamente na tela do computador, geralmente através do uso de um SIG. A interpretação, pode, também, ser feita na imagem impressa em papel. Neste caso, coloca-se um papel transparente, como o papel vegetal, e os traços e contornos são feitos sobre este tipo de papel.

Existem programas computacionais de classificação de imagens digitais, por meio dos quais os mapas são gerados automaticamente desde a fase de interpretação da imagem.

Elementos de Interpretação de Imagens - Os elementos básicos de análise e interpretação de imagens digitais a partir dos quais se extraem informações de objetos ou fenômenos são: **Tonalidade/Cor, Textura, Tamanho, Forma, Sombra, Altura, Padrão e Localização:**

a) **Tonalidade** – Em fotografias ou imagens em preto e branco, a tonalidade cinza é um elemento utilizado para interpretação. Os tons de cinza variam do branco ao preto. Quanto mais luz um objeto refletir, mais a sua representação na imagem ou fotografia vai tender ao branco, e quanto menos energia refletir, mais a sua representação tende ao preto.

b) **Cor** – Elemento de interpretação para fotografias e imagens coloridas. A cor do objeto vai depender da quantidade de energia que refletir, da mistura de cores e da cor que for associada às imagens originais em preto e branco. É mais fácil interpretar uma imagem colorida do que uma imagem em preto e branco, devido ao olho humano distinguir cem vezes mais cores do que tons de cinza.

c) **Textura** – É o aspecto liso (e uniforme) ou rugoso dos objetos em uma imagem. A textura é um elemento muito importante na identificação de unidades de relevo: a textura lisa

corresponde a áreas de relevo plano, já a textura rugosa corresponde a áreas de relevo acidentado e dissecado pela drenagem. Uma área de mata heterogênea é representada em uma fotografia ou imagem por uma textura mais rugosa do que uma área de reflorestamento que é mais homogêneo e uniforme; esta é mais rugosa em relação a uma área de cultura.

d) **Tamanho** – É um elemento que depende da escala e dos objetos da imagem. Assim, pode-se distinguir uma residência de uma indústria, uma área industrial de uma residencial, um sulco de erosão de uma voçoroca, etc.

e) **Forma** – Os objetos são identificados pelas suas forma lineares ou curvilíneas a partir de uma perspectiva vertical. Construções de casa ou apartamento costumam ter formas regulares e bem definidas. Áreas de cultivo caracterizam-se pela sua forma geométrica, mais comumente retangular, em faixas, e as áreas de culturas irrigadas por sistema de pivô central.

f) **Sombra** – Permite obter informações a respeito das alturas dos objetos. A forma e o tamanho da sombra pode servir de importante elemento para identificação de objetos.

g) **Padrão** – Refere-se ao arranjo espacial ou à organização de objetos em uma superfície. Um padrão de linhas sucessivas podem ser associadas a culturas plantadas em fileiras. Padrões espaciais das unidades habitacionais e do arruamento de uma cidade podem ser indicadores do nível sócio-econômico de seus habitantes

h) **Localização** – A localização geográfica pode ajudar muito na identificação de um objeto em uma imagem. As áreas urbanas, por exemplo, podem ser identificadas por sua proximidade a rodovias, rios e litorais.

3.4.2. Sistemas de informação geográfica (SIG) para fins de mapeamento

De acordo com Santos *et al.* (2000):

Geoprocessamento é um termo amplo, que engloba diversas tecnologias de tratamento e manipulação de dados geográficos, através de programas computacionais. Dentre essas tecnologias, se destacam: o sensoriamento remoto, a digitalização de dados, a automação de tarefas cartográficas, a utilização de Sistemas de Posicionamento Global - GPS e os Sistemas de Informações Geográficas - SIG. Ou seja, o SIG é umas das técnicas de geoprocessamento, a mais ampla delas, uma vez que pode englobar todas as demais, mas nem todo o geoprocessamento é um SIG.

Os SIG são sistemas computacionais, usados para o entendimento dos fatos e fenômenos que ocorrem no espaço geográfico. Sua capacidade de reunir grande quantidade de dados espaciais, estruturando-os e integrando-os adequadamente, torna-os ferramentas essenciais para a manipulação das informações geográficas (SANTOS, *op. cit.*). São sistemas com bases computacionais para gerenciamento, visualização e análise de dados geográficos.

SIG é um sistema composto por hardware, software, pessoas e procedimentos projetados para suportar a captura, gerenciamento, manipulação análise e exibição de dados espaciais referenciados geograficamente, tornando-se uma ferramenta importante para auxílio à tomada de decisões em questões complexas de planejamento, gerenciamento e operações. (NCGIA lecture by David Cowen, 1989) *apud* Guimarães (2006, notas de aula).

Para Câmara *et al.* (1996, p. 22), duas importantes características de um SIG são:

- Capacidade de integrar, em uma única base de dados, as informações espaciais provenientes de fontes diversas tais como cartográficos, dados de censo e de cadastro, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno;
- Oferecer mecanismos para a integração de informações, com uso de algoritmos de manipulação e análise, além de consultar estes dados, recuperar, visualizar e permitir saídas gráficas para o conteúdo da base de dados geocodificados.

No mapeamento, o SIG proporciona a geração de análises a partir do gerenciamento da base de dados, porém sua validade está condicionada a consistência das informações e da metodologia utilizada.

3.4.3. Tipos de dados em geoprocessamento

A principal característica dos dados tratados em geoprocessamento é a diversidade de fontes geradoras e formatos diferentes. Os sistemas se restringem a tratar um ou mais dos seguintes tipos de dados: temático, imagens, numéricos, cadastrais e redes:

- a) **Mapas temáticos** - a distribuição espacial de uma grandeza geográfica é qualitativa. Seu armazenamento pode ser no formato vetorial (operações que exijam maior precisão), ou no formato matricial (operações de álgebra de mapas são facilmente realizadas);
- b) **Cadastrais** – um mapa cadastral distingue-se de um mapa temático porque cada um de seus elementos é um objeto geográfico, possui atributos e pode estar associado a várias representações gráficas. Em geral, é armazenado no formato vetorial e com uma topologia;

c) **Redes** – denota as informações associadas a serviços de utilidade pública. Mapas de rede também tratam de objetos, porém as informações gráficas são armazenadas em coordenadas vetoriais, com topologia arco-nó; arco tem um sentido de fluxo e podem ter atributos associados, assim como os nós podem ter atributos associados. A topologia de redes constitui um grafo, que armazena informações com recursos que fluem entre localizações geográficas distintas (CÂMARA 1996, p. 42);

d) **Imagens** - armazenadas como matrizes onde cada elemento está ligado a um valor proporcional à energia eletromagnética refletida ou emitida pelo elemento da superfície terrestre. Podem ser obtidas por meio de satélites, fotografias aéreas ou scanners aerotransportados, sendo uma forma de captura indireta de informações espaciais.

e) **MNT** - forma de representação quantitativa de uma grandeza que varia continuamente no espaço. Os MNT podem ser convertidos em mapas temáticos ou imagens, sendo que, em ambos os casos, a grandeza numérica é quantizada. Usualmente associados à altimetria, também podem ser utilizados para modelar unidades geológicas, como teor de minerais ou propriedades do solo ou subsolo (CÂMARA 1996, p. 43).

3.4.4. Imagens orbitais de alta resolução espacial – QuickBird

O satélite QuickBird pertence a uma constelação de satélites que está sendo desenvolvida para oferecer imagens de alta resolução. Lançado, em 2001, para superar limitações de alguns satélites que já estavam em operações, o satélite QuickBird apresenta capacidade de visada de 544km e coleta imagens com 16,5km de largura, com ângulos de visada que podem variar de 0° a 45° (DIGITALGLOBE, 2007 e PINHEIRO, 2003). O sensor abordo deste satélite fornece imagens com resolução espacial de 61cm na banda pancromática e 2,44cm nas quatro bandas multiespectrais (Quadro 3.2).

Os dados coletados pelo satélite são captados por duas estações em Terra, Fairbanks localizada no Alasca, EUA e em Troms, situada ao norte da Noruega.

A partir destas estações, os dados são enviados para o centro de processamento da DigitalGlobe, com sede em Longmont, no Colorado, EUA.

O sistema sensor do QUICKBIRD captura imagens no modo Pancromático (PAN) e Multiespectral (MS).

Quadro 3.2: Característica do Sensor QuickBird

Características do Sensor QuickBird	
Parâmetros	QuickBird
Resolução Pancromática(nadir)	0,61 m
Resolução Multiespectral	2,44m
Nº de Bandas Multiespectrais	4 bandas
Largura da Cena	16,5 km
Revisita (Latitude 40°)	3 – 5 dias (30° off nadir)
Aquisição de Pares Estereoscópico	1 cena (<10° Off nadir)
Bandas	Pancromática : 450 – 900nm Azul: 450 – 520 nm Verde: 520 – 600 nm Vermelho: 630 – 690 nm Infravermelho Próximo: 760 – 900 nm

Fonte: adaptada de Imagem–Soluções de Inteligência Geográfica (2007) e DigitalGlobe (2007).

As imagens de alta resolução podem ser usadas em diversos tipos de aplicações, pela geração de um conjunto diversificado de produtos relacionados ao mapeamento. O foco são projetos de identificação e mapeamento de usos e cobertura do solo, mapeamento cadastral e planejamento regional e urbano.

A Prefeitura Municipal de Maringá-PA utilizou, em 2005, imagem de satélite de alta resolução a fim de atualizar a base cartográfica do município. Esta Prefeitura utiliza as imagens do satélite QuickBird para os mais diversos fins: desde a simples visualização de locais por técnicos e membros da administração até o recadastramento imobiliário, bem como os dados para o planejamento de diretrizes viárias; implantação de novos loteamentos e cadastramento das áreas remanescentes de mata nativa (IMAGEM, 2007).

Abreu (2005) fez uso deste tipo de imagem para obtenção de dados de vias, divisas territoriais e edificações em espaço urbano. Seu objetivo foi propor uma metodologia de geração de mapeamento vetorial por meio da monorrestituição digital, tendo como base, imagens QuickBird e informações altimétricas proveniente do sistema Laser Scanning. Com a técnica de monorrestituição, este autor utilizou imagens QuickBird formada pela fusão das bandas do espectro visível – azul, verde e vermelho – e da banda pancromática, para compor produtos em cor real com a maior resolução espacial, e recomenda a utilização destas imagens apoiado no MDE obtido com dados do sistema laser scanner em trabalhos que necessitem de dados bidimensionais, com escala testada, pois possuem boa geometria planimétrica.



Figura 3.6. Uso de imagem QuickBird para Extrato Ortoimagem, Pedro (2005).

Pedro (2005) utilizou imagens QuickBird com objetivo de avaliar qualidade posicional das ortoimagens oriundas destes sensores, produtos *Standart e Stereo Par*, sobre um trecho de área urbana, sobrepondo vetor contendo as edificações, extraído da base cartográfica digital (Figura 3.11). As ortoimagens QuickBird revelaram que a modelagem atingiu resultados satisfatórios.

Pinheiro (2003), com o objetivo de contribuir com os estudos do meio físico, para a proteção e a recuperação dos ecossistemas em um setor da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul, utilizou de imagens do satélite QUICKBIRD para produção gerar e avaliar MDE, corrigir a geometria das imagens, mapeamento hidrográfico, geomorfológico e uso/cobertura da terra, avaliar exatidão do mapa de uso/cobertura da terra e realizar uma análise geográfica os dados. Acompanhados de trabalho de campo, o autor elaborou mapa hidrológico, mapa final de uso/cobertura e geomorfológico através da interpretação visual. A análise geográfica determinou as Áreas de Preservação Permanente, as Zonas de Transição e as Áreas de susceptibilidade à ação antrópica. Segundo o autor, os resultados demonstraram que as imagens do QUICKBIRD, de alta resolução, foram adequadas para o estudo realizado.

CAPÍTULO IV

MATERIAIS E MÉTODOS

Este Capítulo apresenta os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa. O método utilizado é o da indução, baseado em observações de campo efetuadas com visitas às áreas de mineração na área de estudo, na coleta de dados e informações nos setores públicos e privados, e em técnicas de geoprocessamento para a compilação e análise dos dados.

A realização de um mapeamento cartográfico deve estar apoiada em metodologias capazes de auxiliar e direcionar os trabalhos, adaptando-os de acordo com as características do tema e da área mapeada. A escolha do método deve ser cuidadosa. Deve-se considerar as características da região, como a grandeza das áreas e a escassez de informações básicas.

O objeto da pesquisa são as áreas de degradação ambiental pela extração de minerais de uso na construção civil na área de estudo. Esta abrange um total de 2.404,2 km², equivalente a 20,98% de todo o município (11.458,5km²). Para isso, fez-se uma análise integrada das informações e dados referentes a bibliografias, que originou a base cartográfica, e dos licenciamentos das atividades de mineração, originando as informações da situação ambiental e legal das áreas de mineração junto ao órgão ambiental. O levantamento de campo permitiu percorrer as principais áreas de mineração para obtenção de um diagnóstico ambiental destas áreas, seguida da aplicação de técnicas de geoprocessamento para tratamento, análise e cruzamentos das informações.

São apresentados os materiais e métodos empregados nesta pesquisa que consistiram em: (1) - Aquisição de Documentos Existentes, para a obtenção da base de dados topográfico, geológico, de solo, de vegetação e dados digitais (imagens de satélites e dados vetoriais); (2) - Definição da Documentação Básica, Parâmetros Técnicos e Ambientais e da Entrada e Correção de Dados; (3) - Etapa de Campo, Processamento de Dados e Classificação Digital de Imagens, correspondendo às visitas de campo nas áreas de mineração ativas e inativas, processamento dos dados de campos em ambiente SIG, mapeamento visual em imagem de satélites das áreas de mineração não visitadas e classificação visual dos usos da terra; (4) – Análise e Integração das Informações, referente à etapa de compilação e cruzamentos das informações obtidas, resultando na elaboração de documentos cartográficos, tais como mapa de uso e ocupação do solo, das ocorrências das atividades de mineração ativas e inativas, mapa do grau de degradação ambiental e o mapa Cartografia da Degradação Ambiental pela Extração de Minerais de uso na Construção na Região de Manaus (Figura 4.1).

4.1. AQUISIÇÃO DA DOCUMENTAÇÃO EXISTENTE

Foram realizados levantamentos junto aos órgãos públicos para coletar informações oriundas de trabalhos existentes ou em realização na abrangência da área de estudo.

Os principais produtos cartográficos obtidos encontram-se listados no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 – Principais documentos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa.

Documentação	Características	Escala	Origem / Fonte	Formato/ Mídia
Mapas geológico e geomorfológico		1 : 100.000	Geociências/UFAM	Digital/CD
Mapa de vegetação		1 : 250.000	SIPAM/IBGE / RADAMBRASIL	Digital/CD
Mapa de solo		1 : 250.000	SIPAM/IBGE / RADAMBRASIL	Digital/CD
Mapa topográfico	4 cartas	1 : 100.000	4 ^o DL/DSG	Analógico/ Papel
Imagens Quickbirds (2003) da área urbana e periurbana	Imagens correspondentes ao visível, fusionadas com a imagem pancromática; 0,61m de pixel	-	IMPLURB / PMM	Digital/CD
Imagens Landsat (1995 e 2004)	Imagens composição 345, 30m de pixel	-	SIPAM	Digital/CD
Processos de licenciamento ambiental de atividades de mineração	Relação de minas licenciadas ou fiscalizadas e análise de 87 processos e respectivos PRAD	-	SEMMA/PMM.	Analógico/ Papel

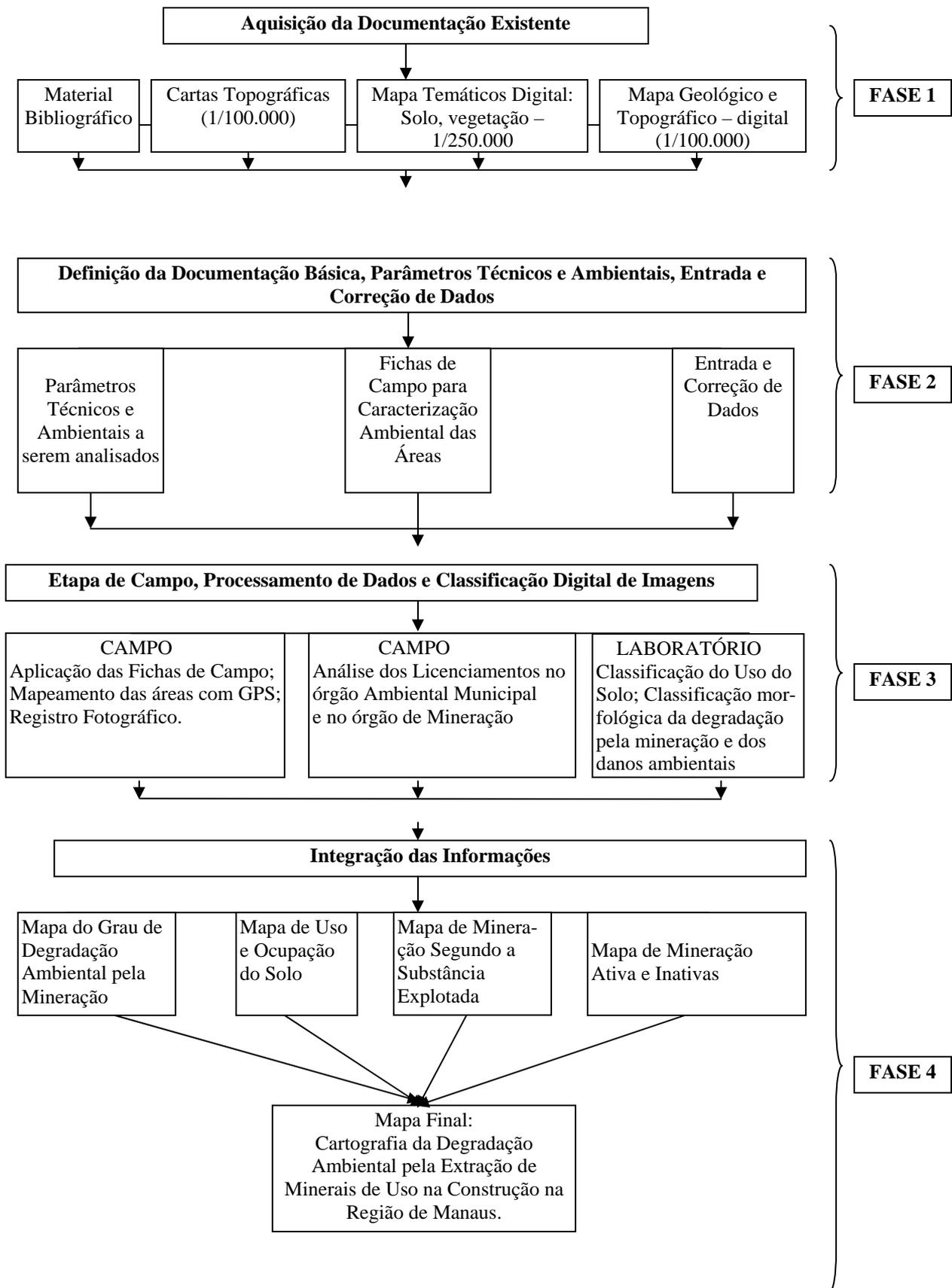


Figura 4.1. Fases do procedimento metodológico seguido na pesquisa.

4.2. DEFINIÇÃO DA DOCUMENTAÇÃO BÁSICA, PARÂMETROS TÉCNICOS E AMBIENTAIS, ENTRADA E CORREÇÃO DE DADOS

4.2.1. Definição da documentação básica

Esta fase do trabalho foi dirigida a selecionar e a definir dados e informações. Os mapas topográficos utilizados foram na escala 1:100.000 e os mapas de vegetação e solo na escala 1:250.000. Todas as informações foram organizadas em um banco de dados geográficos.

Foram utilizadas duas imagens de satélite Landsat (1995 e 2004), já tratadas e na composição 345, com resolução espacial de 30m, para dar subsídio à elaboração do mapa de uso e ocupação do solo, juntamente com os dados digitais de vegetação (*shapefiles*). Para o mapeamento da área de mineração e suas respectivas degradações, estas imagens foram utilizadas somente para as áreas rurais, no caso de mineração de difícil acesso. Posteriormente, em razão da não realização de visitas e mapeamento de campo das áreas mineradas no espaço urbano e periurbano, foram utilizadas imagens Quickbirds do ano de 2003, resolução espacial 0,61m, já tratadas e na composição 123, para auxiliar no mapeamento visual destas áreas.

4.2.2. Definição dos parâmetros técnicos e ambientais analisados

Esta etapa consistiu na definição dos tipos de danos ou degradação ambiental potencial pela atividade de mineração de minerais de uso na construção civil a serem levados em conta para os levantamentos de campo e obtenção de um diagnóstico ambiental e análises das áreas degradadas. Dentre os danos, pode-se citar a supressão da vegetação, o impacto visual, a erosão, a danificação das vias de acesso e incômodos à vizinhança, etc.

4.2.3. Confecção das fichas de campo

Para registrar e armazenar os dados e informações obtidas diretamente nos levantamentos de campo nas áreas selecionadas bem como os adquiridos por meio de entrevistas, bibliografia e PRAD, utilizou-se, inicialmente, uma Ficha de Dados aplicada por Bitar (1997) para diagnosticar áreas degradadas pela mineração em fase de recuperação na região Metropolitana de São Paulo(RMSP). Esta ficha não pôde ser aplicada na região de Manaus visto tratar-se, apesar de temática semelhante, de objetivos diferentes nas duas pesquisas. O objetivo da pesquisa na RMSP era avaliar a recuperação ambiental naquela região. Já o objetivo desta pesquisa é mapear a degradação ambiental pela mineração e avaliar

o grau ou magnitude da degradação nestas áreas. Para esta pesquisa foi aplicada individualmente, em cada área, a Ficha de Campo no Anexo B. Os itens foram organizados segundo quatro grupos básicos: 1-Identificação e localização das área; 2-Dados da mina, 3-Situação da lavra; 4-Impactos potenciais e 5-Medidas de recuperação identificadas..

4.2.4. Entrada e correção de dados

Vários dados cartográficos, como os de solo, vegetação, geologia, geomorfologia e topografia precisaram ser georreferenciados, recortados e salvados em extensões em ambiente SIG, assim como as imagens de satélite. Os dados topográficos, de vegetação, de solo e geológico foram digitalizados, vetorizados e registrados, pois estas informações encontravam-se em formato digital não georreferenciados.

4.2.5. Escolhas das áreas de visitas

Após consultas, nos arquivos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA) em Manaus, dos processos de licenciamento ambiental para mineração e pela falta de veículos para a realização das visitas de campo, procedeu-se da seguinte maneira: Primeiramente, foram identificadas todas as atividades que contavam como em atividade nesta secretaria. O objetivo foi verificar quais atividades estavam em funcionamento para conseguir-se condução até as área de mineração nos próprios veículos das empresas e realizar o levantamento de campo *in loco*, visto a não disposição de veículos para ir até estas áreas. Feita esta fase de campo, selecionou-se as atividades de mineração, ativas e inativas, aquelas localizadas em áreas urbanas e periurbanas mais próximas que possuem a cobertura de imagens Quickbirds. O objetivo foi selecionar áreas com cobertura das imagens Quickbirds que ter-se-ia dificuldades para um mapeamento visual da imagem Landsat e uma provável visita no local quando se conseguisse veículos. O objetivo aqui foi, caso não se conseguisse veículos para visitá-las, o mapeamento destas áreas seriam feitos através de uma classificação visual nas imagens junto à tela do computador, fato ocorrido. As áreas nas zonas rurais e periurbanas mais distantes foram praticamente todas mapeadas e visitadas após conseguir-se veículos para ir até os referidos locais. Todas as áreas visitadas foram mapeadas com a utilização de GPS Garmin XL45. As demais áreas, rurais e periurbanas mais distantes, que não tinham a cobertura das imagens Quickbirds e que, também, não tinham sido visitadas no levantamento de campo, foram mapeadas visualmente na tela computador nas imagens Landsat de 1995 e 2004. Na maioria são áreas de mineração antigas e abandonadas.

4.3. ETAPA DE CAMPO, PROCESSAMENTO DE DADOS E CLASSIFICAÇÃO DIGITAL DE IMAGENS

4.3.1. Etapa de campo

Foi feito levantamento de todos os processos de mineração existentes no órgão ambiental municipal. Foram encontrados processos a partir de 1997, visto que os demais processos anteriores haviam sido extraviados devido a inundações pelas quais o referido órgão passou em enchentes ocorridas em Manaus. Foram avaliados os processos de mineração desde 1998 até o mês fevereiro de 2007. Os processos de 1997 foram descartados por não fornecer informações adequadas a este estudo.

Os trabalhos de campo (idas às áreas de mineração) tiveram como objetivo fazer um diagnóstico ambiental das áreas degradadas pela mineração, sendo compostos pelas atividades necessárias à aquisição de dados e informações sobre as atividades de mineração, os tipos potenciais de degradação e medidas de recuperação realizadas, em três situações-tipo:

- a) minas ativas;
- b) minas desativadas ou inativas; e
- c) situação das áreas degradadas pela mineração que se encontram atualmente reabilitadas ou não ou ocupadas por outros usos do solo.

Utilizou-se um aparelho GPS, Modelo Garmin 45 XL, para circundar toda a área impactada ou que tenha sido influenciada pela mineração em cada área visitada. Todas as áreas visitadas foram armazenadas através de rotas gravadas no Aparelho GPS, através das coordenadas geográficas de cada ponto avaliado.

As informações foram lançadas na ficha técnica através das observações e indagações em campo e junto aos funcionários ou proprietários de cada empreendimento, bem como de moradores vizinhos ao empreendimento. Cada local foi registrado fotograficamente.

4.3.2. Processamento de dados e Classificação digital de imagens

a) Processamento de dados

Nesta fase de estudo, os dados de topografia, geologia, vegetação, geomorfologia, drenagem, as imagens de satélite e os *shapefiles* adquiridos na pesquisa bibliográfica foram tratados e processados para uma mesma base cartográfica com um sistema de referência padronizado. Estes dados foram adquiridos em formatos diferentes, analógicos e digitais. Os

dados em formato analógico foram transformados para o formato digital e posteriormente georreferenciados e projetados num mesmo sistema de referência. Em seguida, estes dados foram vetorizados e recortados para a área de estudo. O sistema de projeção adotado foi a Projeção Universal Transversa de Mercator, Datum SAD-69, Zona 20 S.

A partir do tratamento destes dados, pôde-se definir a área de estudo, bem como segmentar ou recortar as informações para a referida área da pesquisa.

Alguns exemplos de tratamento de dados pode-se ver no Quadro 4.2.

Quadro 4.2 – Processamento e tratamentos de dados digitais.

Tratamento de dados
1 – Escanear mapas topográficos, geológico, geomorfológico e de área urbana;
2 - Vetorização de curvas de nível, drenagem, geologia, geomorfologia, área urbana e rural, área de estudo;
3 - Georreferenciamento e reprojeção do sistema de referência dos dados acima e dos dados de vegetação, bem das imagens de satélites;
4 – Recorte do temas acima para a área de estudo.

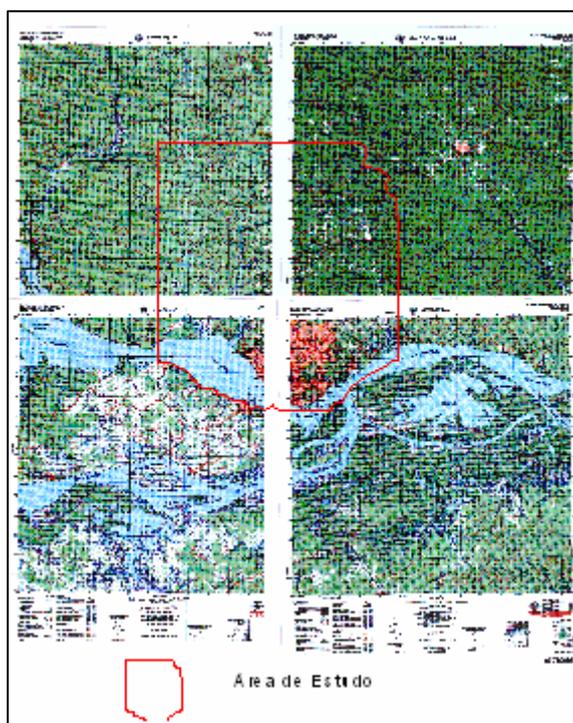


Figura 4.2. Mosaico de 4 carta 1/100.000 que recobrem a área de estudo.

b) Classificação digital de imagens

A confecção do Mapa de Uso e Ocupação do Solo foi feita pelo método visual na tela do computador. Foram utilizadas 65 imagens Quickbirds, com resolução espacial 0,61m, composição 123, do ano de 2003 e 2 imagens Landsat, com resolução espacial 30m, composição 345, uma de 1995 e outra de 2004. As imagens Quickbirds foram utilizadas no perímetro urbano da cidade e as imagens Landsat foram utilizadas nos espaços abrangidos pela área de transição urbana e rural. O uso das imagens na elaboração do mapa de uso e ocupação do solo foi somente para auxiliar e atualizar os dados de vegetação obtidos do SIPAM. Este procedimento foi adotado devido aos resultados insatisfatórios realizados com outras imagens adquiridas anteriormente (Landsat e CBERS) em razão da grande cobertura de nuvens na região. Porém, foram utilizados os dados digitais de vegetação fornecidos pelo SIPAM e dados de uso do solo da Prefeitura de Manaus (2002) contidos no Geo Manaus: Relatório Urbano Ambiental Integrado, uma publicação da Prefeitura de Manaus sobre recursos ambientais de Manaus e urbanização, que contém informações substanciais que atendem ao objetivo deste estudo, no qual consiste em classificar Área com Vegetação Primária, Área Antropizada e/ou com Vegetação Secundária e Área Urbanizada.

Os dados fornecidos pelo SIPAM estavam no formato digital. São *shapefiles*, datados de 2001, contendo dados da vegetação primária e secundária, culturas agrícolas e urbanização. Estes dados, em ambiente SIG, foram agrupados e classificados segundo as categorias: Área com vegetação Primária, Área Antropizada e/ou com Vegetação Secundária e Área Urbanizada.

Mapas da Prefeitura de Manaus, em formato analógico, sobre urbanização foram digitalizados e georreferenciados, que, juntamente, com as imagens de satélite, contribuíram para a atualização da área efetivamente urbanizada de Manaus.

Deste modo, foi possível a obtenção de um mapa de uso e ocupação do solo simplificado, de tal forma, que mostrasse a dinâmica de utilização do solo local, bem como, a dinâmica e evolução destes usos e suas respectivas alterações nas paisagens.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O objetivo da confecção deste mapa foi avaliar dentro de quais possíveis categorias de uso e ocupação do solo as atividades de mineração estariam sendo desenvolvidas na região. Deste modo, procurou-se trabalhar com classes de categorias simplificadas ou generalizadas, de forma que tais categorias fossem representativas e significativas das formas de uso e ocupação do solo da região, para a permitir uma análise da dinâmica de uso e ocupação do solo e transformação da paisagem local, considerando, também, as atividades de mineração dentro deste contexto geral. Deste modo, foram utilizadas as categorias: Área com Vegetação Primária, Área Antropizada e/ou com Vegetação Secundária e Área Urbanizada.

Considerou-se como Área Antropizada os usos e cobertura do solo que incluem culturas cíclicas, culturas permanentes, pecuária, agriculturas de subsistência, reflorestamento e vegetação secundária. Área Urbanizada, as áreas constituídas desde pequenas aglomerações habitacionais com ruas definidas até altas concentrações habitacionais, como o centro da cidade e demais bairros. Já a categoria de uso Área com Vegetação Primária, representa as áreas com floresta nativa e primária da floresta amazônica local.

O Mapa de Uso e Ocupação do Solo será importante na plotação das áreas de mineração dentro das categorias de uso aqui consideradas, inclusive avaliando se as atividades

de mineração estão avançando sobre a vegetação primária (floresta primária) ou não e qual seu comportamento perante a estas categorias de uso.

A Figura 5.1 apresenta o Mapa de Uso e Ocupação do Solo, o qual mostra a distribuição das três categoria de uso, incluindo a superfície de curso d'água, que dão clara e ampla caracterização da mudança no aspecto da paisagem na região de Manaus.

Portanto, supondo um sobrevôo na área, estas categorias estão distribuídas da seguinte forma:

- Na porção norte da área de estudo, encontram-se os cursos d'água dos rios Negro e Amazonas. Abrangem 288,64 km², correspondendo a 12% do total da área de estudo;
- Seguindo na direção norte, após os cursos d'água e iniciando a superfície terrestre, encontra-se a Área Urbanizada de Manaus, perfazendo 224,06 km², equivalendo a 9,33% da área de estudo;
- Continuando na direção norte, tem-se a Área Antropizada que se distribui de sul a norte, concentrando-se principalmente no centro da área de estudo, possuindo algumas reentrâncias mais para leste que para oeste. Observa-se que esta antropização acompanha as vias de acesso local, tanto por via terrestre quanto por via fluvial. Esta categoria apresenta uma área de 690,05 km², correspondendo a 28,70% da área de estudo;
- A categoria de uso Área de Vegetação Primária está concentrada na porção leste, norte e principalmente a oeste da área de estudo. Corresponde a 1.201,45 km², e equivale a 49,97% da área de estudo. Está situada a maiores distâncias da Área Urbanizada, com exceção da área quadrangular, situada a leste na porção central da área de estudo, de floresta primária desta categoria de uso, pertencente à Reserva Ducke do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia-INPA.

O Quadro 5.1 mostra o resumo estatístico do mapa em questão.

Quadro 5.1 – Resultado da análise de Uso e Ocupação do Solo.

Categorias	Área (km²)	%
Área de Vegetação Primária	1.201,45	49,97
Área Antropizada	690,05	28,70
Cursos d'água	288,64	12,00
Área Urbanizada	224,06	9,33

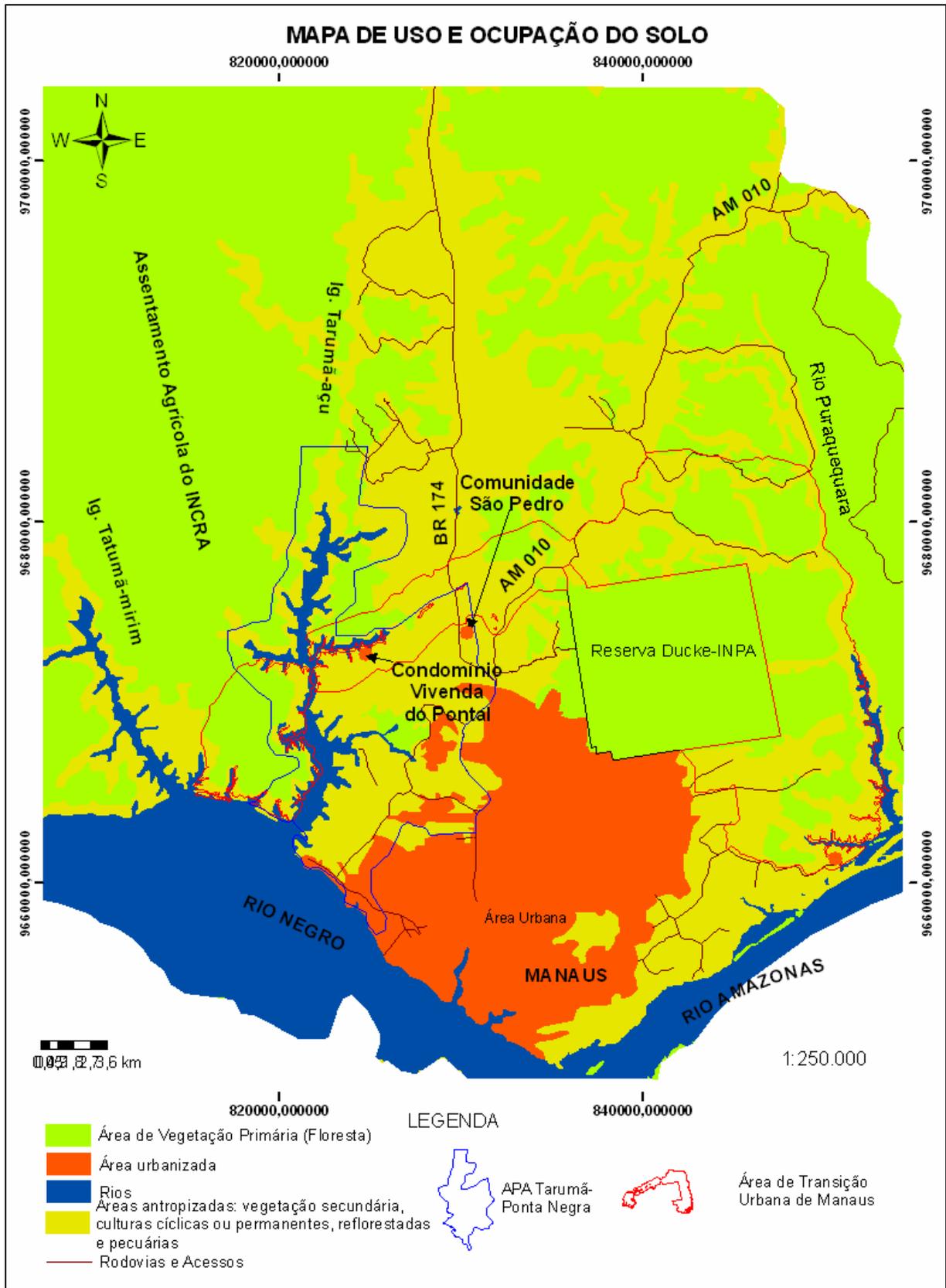


Figura 5.1. Mapa de Uso e Ocupação do Solo da região de Manaus (adaptado de SIPAM, 2001).

O Quadro 5.1 mostra um dado muito importante, quando se faz a comparação da Área Antropizada com a Área Urbanizada, até o presente momento não citado nas literaturas. A Área Antropizada é três vezes a Área Urbanizada. Isto mostra o perfil da dinâmica entre antropização e urbanização e como se dá a evolução na mudança da paisagem local.

Fazendo-se uma análise da dinâmica da paisagem local, percebe-se:

- A evolução da urbanização de Manaus possui três barreiras naturais: os rios Negro e Amazonas ao norte e o igarapés Tarumã-açu a oeste e o rio Puraquequara a leste;
- As vias de acesso, fluvial e terrestre, facilitam ou se comportam como vetores de crescimento da antropização e urbanização. A Figura 5.1 mostra que a antropização está sempre associada a estas vias de acesso. Isto pode ser observado ao longo dos igarapés Tarumã-mirim e Tarumã-açu e Rio Puraquequara. Ao longo das Rodovias BR 174 e AM 010 é perceptível inclusive a sinuosidade da antropização acompanhando estas vias.
- A dinâmica da paisagem local (Figura 5.1) mostra que as barreiras naturais condicionam a evolução da urbanização, mas que existe uma relação dinâmica, onde as vias de acesso facilitam e conduzem a antropização e esta, a urbanização, na medida em que é mais fácil o acesso numa área antropizada que numa área florestada, tanto para a construção civil, indústrias, ou para as próprias invasões organizadas ou não.

5.2. CARACTERIZAÇÃO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL PELA MINERAÇÃO NA ÁREA DE ESTUDO

5.2.1. Cadastro das atividades de mineração no órgão ambiental municipal

Foi realizado o levantamento de todos os licenciamentos minerários existente nos arquivos do órgão ambiental municipal (SEMMA). Teve-se acesso aos processos do período 1997-2007, tendo sido considerado apenas os correspondentes ao período 1998-2007, visto que os processos de 1997 não apresentaram dados satisfatórios. Processos anteriores a este período foram extraviados em ocasiões de inundações pelas quais o órgão passou no antigo local da SEMMA. Salienta-se que a consulta se estendeu até fevereiro/2007.

Este levantamento teve sua importância, na medida que foi possível separar atividades recente e antigas, ativas e inativas, conduzir a pesquisa e decidir por quais atividades iniciar o

levantamento de campo. Foi iniciado pelos empreendimentos mais recentes e em atividade. O motivo foi por questão de logística, ou seja, falta de veículos para ir até os empreendimentos.

Foram identificados 87 processos, com acesso direto apenas a 29 destes. Os demais processos não foram encontrados, devido à recente mudança de prédio pela SEMMA. Os empreendimentos ou processos/ano, a substância requerida ou licenciada, o tamanho de cada área requerida, o uso futuro indicado e a situação do empreendimento junto ao órgão ambiental municipal até o mês de fevereiro de 2007 encontram-se no quadro do Anexo C.

Quadro 5.2. Resultado da análise dos processos de mineração na SEMMA.

Empreendimentos de mineração licenciados		
ANO	Quantidade	%
2007	2	2,30
2006	6	6,90
2005	10	11,49
2004	10	11,49
2003	10	11,49
2002	3	3,45
2001	5	5,75
2000	17	19,54
1999	18	20,69
1998	6	6,90
Total	87	100

Fonte: SEMMA

O Quadro 5.2 mostra o total de licenciamentos por cada ano-atividade pelo município, com base no quadro do Anexo C. De acordo com este anexo, a areia, na região de Manaus, é a substância mineral, predominantemente, mais licenciada e explorada.

Percentual de licenciamento mineral por ano na SEMMA

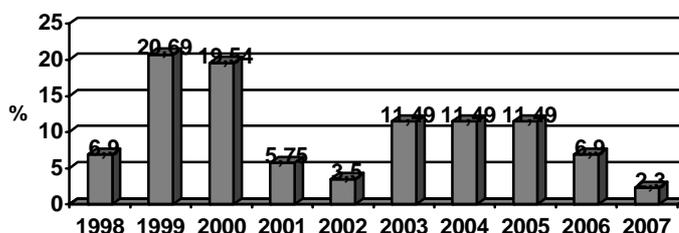


Figura 5.2. Resultado da análise do licenciamento na SEMMA no período 1998-2007.

A Figura 5.2 mostra, 2003 a 2005, com percentuais iguais para cada ano-atividade, constituindo-se nos anos mais estáveis em termos de licenciamento. Em 1999 e 2000,

ocorreram o maior número de empreendimentos licenciados, denotando-se, em termos, uma maior atividade minerária na região e, provavelmente, uma maior degradação ambiental pela atividade. Já 2001 e 2002 são os anos em que menos ocorreu licenciamento mineral.

Conforme o Anexo C, dos 87 licenciamentos identificados, apenas 30 indicaram o uso pós-mineração. Conclui-se que nos demais processos de licenciamento, a ausência está em função de não ter-se tido acesso diretamente aos referidos processos, visto que é uma prática corrente da SEMMA fazer este tipo de exigência no licenciamento de atividade de mineração.

O Quadro 5.3 mostra a preferência indicada para uso pós mineração na região.

Quadro 5.3. Uso pós-mineração ou futuro para área minerada na região de Manaus.

Uso Pós Mineração	Nº Indicação	%
Cultura Permanente	15	45,45
Chácara	2	6,06
Piscicultura	5	15,15
Empreendimento Imobiliário	3	9,10
Cultura Cíclica	1	3,03
Pesque-Pague	1	3,03
Reflorestamento	4	12,12
Gramíneas	2	6,06

De acordo com o Quadro 5.3, a preferência indicada, nos processos de licenciamento mineral no órgão ambiental do Município de Manaus, dentre outros, é a reabilitação de área minerada através de implantação de projetos de **culturas permanentes**. Incluem-se, neste caso, entre as culturas permanentes, conforme os levantamentos dos processos de licenciamento mineral na SEMMA, o conjunto de cultivos ou plantio de frutíferas, geralmente, coqueiro, cajueiro, pupunheira, etc. O resultado se baseou na citação por empreendimento, independentemente, se o empreendimento citou um ou dois tipos de uso futuro associados.

Quadro 5.4. Comportamento do minerador, na região de Manaus, frente às restrições do órgão ambiental municipal.

Restrições mais descumpridas pelos mineradores	Nº Indicação	%
1 – Não pagamento da CFEM	16	47,06
2 – Não apresentação do RMCA	13	38,24
3 – Func c/ licença vencida	1	2,94
5 – Invasão e extração em APP	1	2,94
6 - Não entrega de projeto paisagístico ou de projeto de reabilitação definitivo	3	8,82

O Quadro 5.4 mostra que de 34 ocorrências de restrições do órgão municipal não cumpridas pelos mineradores, a entrega dos comprovantes de pagamento da CFEM e a apresentação de RMCA (Relatório de Monitoramento e Controle Ambiental) nos prazos são as infrações mais frequentes, sendo o descumprimento em relação à CFEM a de maior ocorrência. Isto mostra o real comportamento do minerador frente ao referido órgão ambiental. Salienta-se, ainda, que nem sempre que o minerador é autuado ou punido está associado a estas infrações ou descumprimentos, mas especificamente às infrações estritamente ambientais e não às administrativas.

5.2.2. Mapeamento das atividades (ativas e inativas) de mineração

a) Levantamento de campo

De acordo com a metodologia vista anteriormente, esta fase de campo consistiu-se nas visitas das áreas mineradas para o mapeamento das degradações pela mineração nestas áreas. Em cada área ou empreendimento visitado, o procedimento consistiu, primeiramente, na aplicação da Ficha de Campo (Anexo B) junto ao responsável (proprietário ou funcionário) pelo empreendimento. Em seguida, percorria-se a pé em torno de todo o empreendimento, de forma que o mapeamento abrangesse toda a área impactada ou influenciada pela atividade de mineração. Com o uso de um GPS GARMIN XL 45 registrava-se as coordenadas dos pontos visitados para cada área ou conjunto de áreas visitadas. Em cada ponto, fazia-se as anotações das degradações existentes e seus registros fotográficos (Figura 5.3 e 5.4).



Figura 5.3. Exemplo de Areal em atividade na Rodovia AM 010, km 32, visitado no levantamento de campo (Ponto 3 do Anexo D).



Figura 5.4. Exemplo de extração de arenito ativa, após detonação, km 15 da BR 174, Ramal Chico Mete Marcha, visitado no levantamento de campo (Ponto 29 do Anexo D) (Foto com data anterior ao levantamento).

O trabalho de campo resultou no quadro do Anexo D, onde estão relacionadas as áreas de mineração visitadas, ativas ou inativas, antigas ou recentes, licenciadas ou clandestinas. Este quadro está constituído das informações: área visitada (ponto) e local.

A coluna local está constituída, nesta ordem, localização na via de acesso, proprietário, minério extraído, tempo de funcionamento (antigo ou recente), responsável pela extração e a legalidade (licenciada ou clandestina). O nome do possível proprietário é colocado pelo nome mais conhecido, somente como uma indicação, e o nome do responsável pela extração vem sublinhado, também, como uma indicação. O tempo de funcionamento, recente ou antigo, foi considerado com base no ano de 2000, visto que ainda existem atividades daquele ano ainda em funcionamento. A denominação licenciada ou clandestina e o responsável pela exploração, têm como referência a relação de licenciamentos no órgão municipal. Informações adicionais foram obtidas junto à comunidade local a respeito das explorações. Algumas informações estão ausentes em determinada área visitada, pois não foi possível obtê-las.

O número dentro do parêntese, ao lado do número do ponto ou área visitada, indica a quantidade de empreendimentos incluídos na poligonal levantada. Esta situação ocorre sempre que várias atividades estão situadas lado a lado e as áreas degradadas são contínuas. Este procedimento foi assumido em razão do objetivo principal do estudo, que neste caso, é a o mapeamento da degradação pela mineração e não a identificação de quem a executou.

Foram realizados **45 levantamentos de campo** ou áreas visitadas que incluem, no total, **57 empreendimentos de mineração**, envolvendo empreendimentos antigos e recentes, licenciados ou clandestinos, equivalendo a 388,48ha de área degradada.

Deste total de **57** empreendimentos, **dez** são de **extração de arenito** (produção de pedra em bloco e brita) (17,54%) e **47** são empreendimento de **extração de areia** (82,46%), **13** empreendimentos de extração de areia ativos e **três** de arenito ativos (Quadros 5.5 e Anexo D e Figuras 5.5 e 5.6).

As Figuras 5.5 e 5.6 e o Quadro 5.5 mostram o resumo estatístico e a situação de funcionamento dos empreendimentos ou áreas de mineração, realizados pelo levantamento de campo através de visitas *in loco*, mostrando um quadro geral de funcionamento e de legalidade ou licenciamento junto ao órgão ambiental municipal no período. Ressalta-se que, de acordo com a Figura 5.7, Mapa das Áreas de Mineração Visitadas, os empreendimentos visitados encontram-se fora dos limites da área destinada como área urbana.

Quadro 5.5. Resumo estatístico do levantamento de campo das áreas de mineração e suas respectivas degradações.

SUBSTÂNCIA	ATIVIDADE		ÁREA DEGRADADA	
	Ativos	Inativo	A. Mapeadas	ha
Arenito	3	7	10	75,75
Areia	13	34	47	312,73
Total	16	41	57	388,48

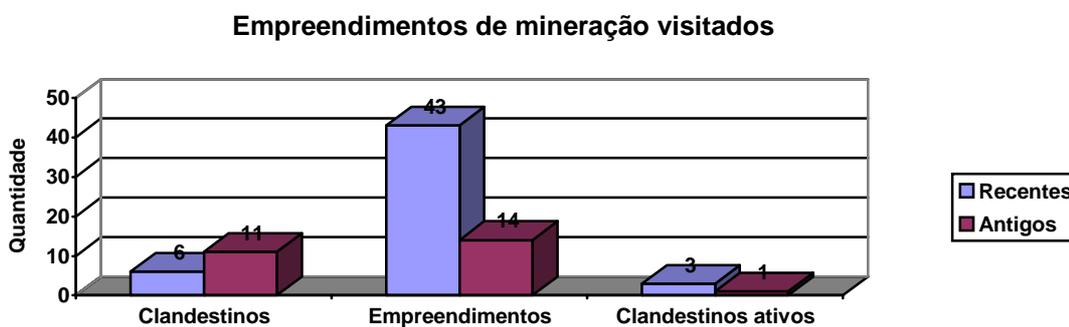


Figura 5.5. Resultado da análise do levantamento de campo.

Empreendimentos de mineração por substância

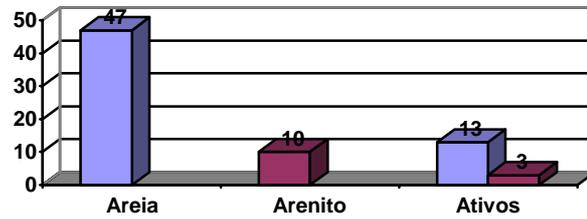


Figura 5.6. Análise do levantamento de campo por substância explorada.

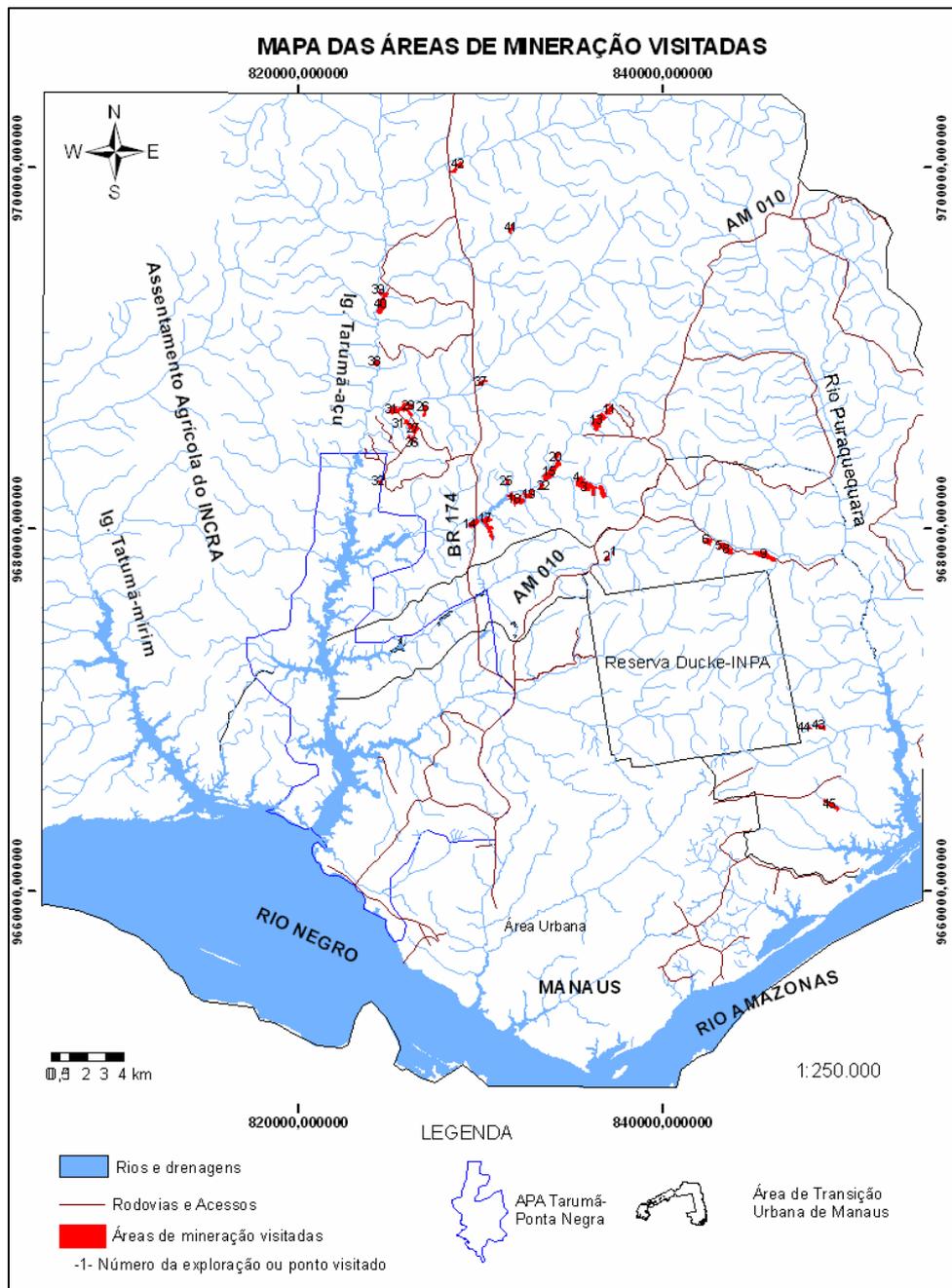


Figura 5.7. Áreas de mineração visitadas.

b) Mapeamento visual das áreas de mineração

O mapeamento visual das áreas de mineração e de suas respectivas degradações foi realizado pela análise e identificação de elementos visuais nas imagens, tais como, cor, forma, tamanho, textura e Conhecimento de campo, na tela do computador.

Ao contrário do mapeamento de campo, que se deu em área rural, o mapeamento visual concentrou-se principalmente na área urbana e periurbana.

O mapeamento visual é uma técnica de interpretação de imagens que foi muito utilizada, e continua sendo, na interpretação de fotografias aéreas. Atualmente com o uso do sensoriamento remoto e do geoprocessamento, através da utilização de um SIG, pode-se realizar interpretação de imagens de satélite através de classificação automática, onde o computador, por meio de algoritmos, faz a classificação da imagem em classes de temas ou objetos.

O mapeamento visual, neste estudo, consistiu basicamente na identificação de formas, texturas e coloração, resultados da exploração mineral na região de Manaus, bem como do conhecimento de campo do autor. Como subsídio para esta identificação, são utilizadas as informações geológicas (sedimentares) e pedológicas (latossolo amarelo e arenoso), a região ou localização de certas atividades de conhecimento do autor, coloração do solo arenoso (claro ou esbranquiçado) e do latossolo (amarelo), tipo ou maneira como é realizado a exploração (predatória ou sustentada), arranjo espacial da exploração, tais como áreas alongadas e estreitas, arredondadas ou circulares com presença de lagoas, e, em alguns casos, a época em que a atividade foi desenvolvida.

Foram identificadas 151 áreas de mineração, incluindo extração de arenito, areia, latossolo (aterro ou barreiro) e argila. As áreas identificadas incluem, também, áreas antigas ou recentes, ativas ou inativas, licenciadas ou clandestinas.

As áreas mapeadas perfazem um total de 1.213,82ha, onde estas variam de 0,04 a 96,7ha.

Foram identificados 16 explorações de arenito, 86 explorações de areia, 45 explorações de saibro ou latossolo (aterro) e quatro explorações de argila. Deste total, somente oito empreendimentos estavam ativos e 143 inativos. Os empreendimentos ativos constituem-se de um de exploração de areia, três de exploração de aterro e quatro explorações de argila.

O quadro, constante no Anexo E, apresenta a relação das áreas mapeadas visualmente e as siglas contidas nele têm o mesmo significado das siglas do quadro do Anexo D.

Quadro 5.6. Análise do mapeamento visual das áreas de mineração.

SUBSTÂNCIA	ATIVIDADE		ÁREA DEGRADADA	
	Ativos	Inativo	A. Mapeadas	ha
Arenito	0	16	16	214,95
Areia	1	85	86	702,39
Aterro (latossolo)	3	42	45	280,81
Argila	4	0	4	15,67
Total	8	143	151	1.213,82

O Quadro 5.6 mostra que, das áreas mapeadas visualmente (Figura 5.8), a extração de areia é a atividade de mineração que mais degrada ou degradou, na região, e a que apresenta o maior número de empreendimentos desenvolvidos ou implantados.

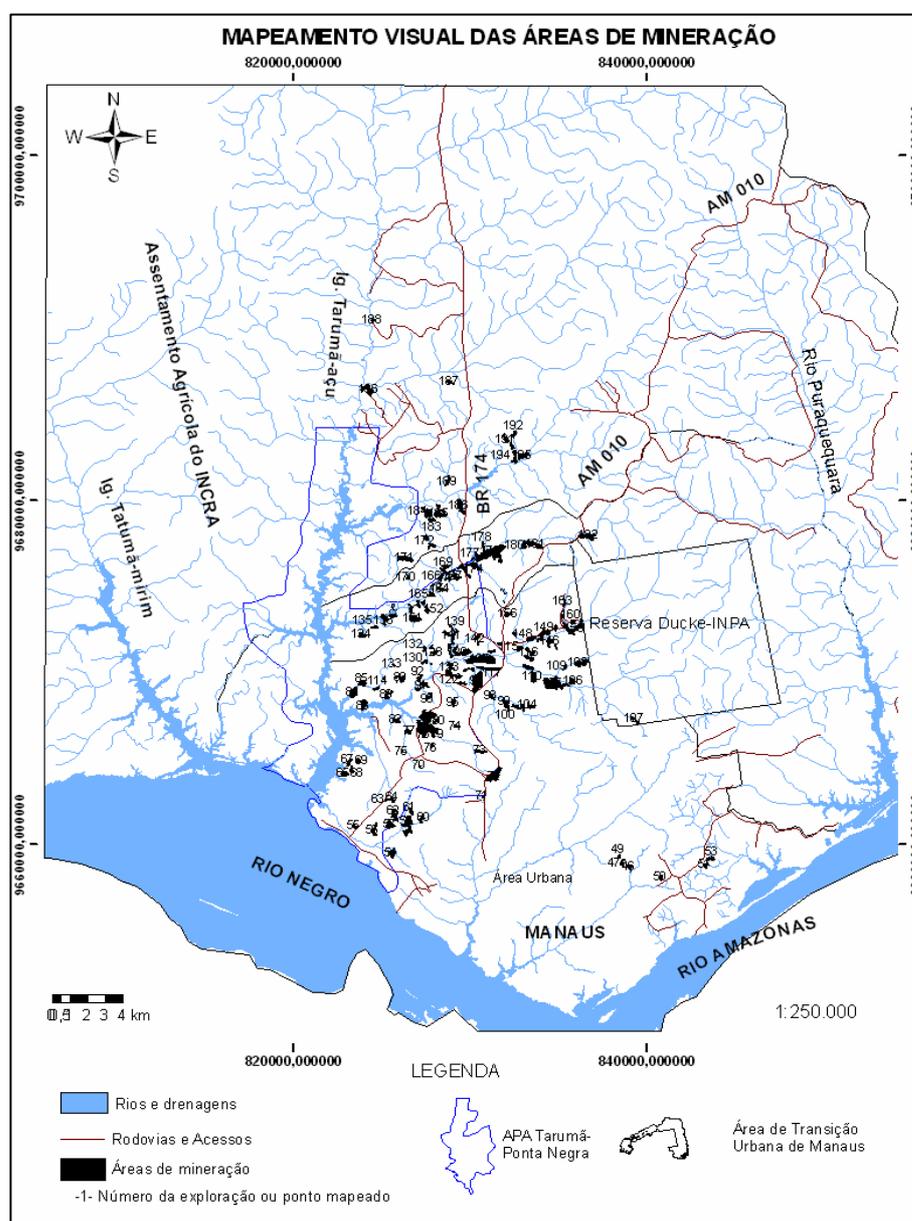


Figura 5.8. Mapeamento visual das áreas de mineração através da tela do computador.

c) Padrão morfológico de identificação das áreas degradadas pela mineração

Este item trata da padronização, características, formas, textura e coloração apresentadas pela degradação deixada pela mineração na região de Manaus e utilizadas como fatores para a identificação e análise destas áreas degradadas.

A análise foi feita através do uso de 65 imagens QuickBird, com resolução espacial de 0,61 m e composição 123.

A interpretação visual de imagens tem como objetivo identificar objetos e dar um significado a eles. A identificação das áreas degradadas pela mineração se baseou na aparência ou forma como estas áreas apresentam-se ou como ocorrem ou aparecem na imagem de satélite. Esta aparência é uma consequência do tipo de material explorado (arenito, areia, latossolo, principalmente, no caso em estudo), como no caso da textura grosseira apresentada pelas extrações de arenito, textura média a fina no caso das extrações de areia e textura fina ou lisa no caso das extrações de latossolo. A constituição mineralógica é outro fato importante, o que dá diferentes colorações na imagem do material explorado, como é caso da coloração amarela apresentada pelas áreas de extrações de latossolo (aterro), coloração clara ou esbranquiçada apresentada pelas extrações de areia, em razão de sua composição quartizosa, e pela coloração escura e avermelhada apresentada pelas extrações de arenito ou argilitos cujo cimento é constituído de óxido de ferro. A forma ou geometria foi outro fator importante na análise; observa-se que as áreas de extrações de areia tem, geralmente, um formato alongado, as extrações de arenito um formato arredondado ou circular e, geralmente, com presença de água ou dentro da cava de extração, se esta for antiga, ou em bacias nas proximidades ou ao lado das extrações, se estas forem recentes. Já as extrações de latossolo para aterro, geralmente tem um formato retangular.

O formato alongado dos areais é função da sua origem de formação podsólica, responsável pelas ocorrências de corpos arenosos em topos ou meia-encosta de platôs, resultado da alta taxa de lixiviação de depósitos sedimentares.

A forma arredondada ou circular deixada pelas extrações de arenito ou argilito tem como causa o tipo de material rochoso explorado. Detectou-se seis fatores importantes para este formato arredondado, a alteração do material rochoso (intemperizado) obriga o minerador a praticar um tipo de lavra em várias direções ou radial; a falta de acompanhamento técnico no estudo e planejamento da lavra; a indefinição no uso futuro para a referida área; a falta de recuperação ambiental; o espaço dentro da lavra reduzido, fazendo com que grande

quantidade de material seja movimentado para dar condições ao desenvolvimento da lavra; e o abandono da área por pressão pública ou exaustão do minério.

O aspecto retangular das extrações de material para aterro é geralmente função do formato do terreno explorado. Geralmente estas extrações são realizadas, não com o objetivo econômico da exploração mineral, mas para conciliar uma possível valorização imobiliária do terreno ou no caso de aproveitar economicamente o material a partir de um terreno com um obra imobiliária já definida, como no caso de implantação de loteamentos, construção de condomínios, etc.

Quadro 5.7. Fatores utilizados na identificação do padrão morfológico da degradação ambiental pela mineração na região de Manaus, segundo o tipo mineral.

ÁREA DEGRADADA				
Fatores de Identificação	Material Explorado			
	Areia	Arenito	Aterro	Argila
Textura	média a fina	Grosseira ou rugosa	fina ou lisa	-
Forma	alongada	arredondada ou circular	retangular	-
Coloração	esbranquiçada ou clara	Avermelhada ou escura	amarelada	-
Presença de água	geralmente não	geralmente sim	geralmente não	-

- Exemplos de padrões morfológicos das extrações de arenito, areia e aterro.



Figura 5.9. Fatores de identificação do padrão morfológico de degradação pela mineração de acordo com o tipo mineral explorado(arenito e aterro). Imagem Quickbird 2003 no Bairro Tarumã.

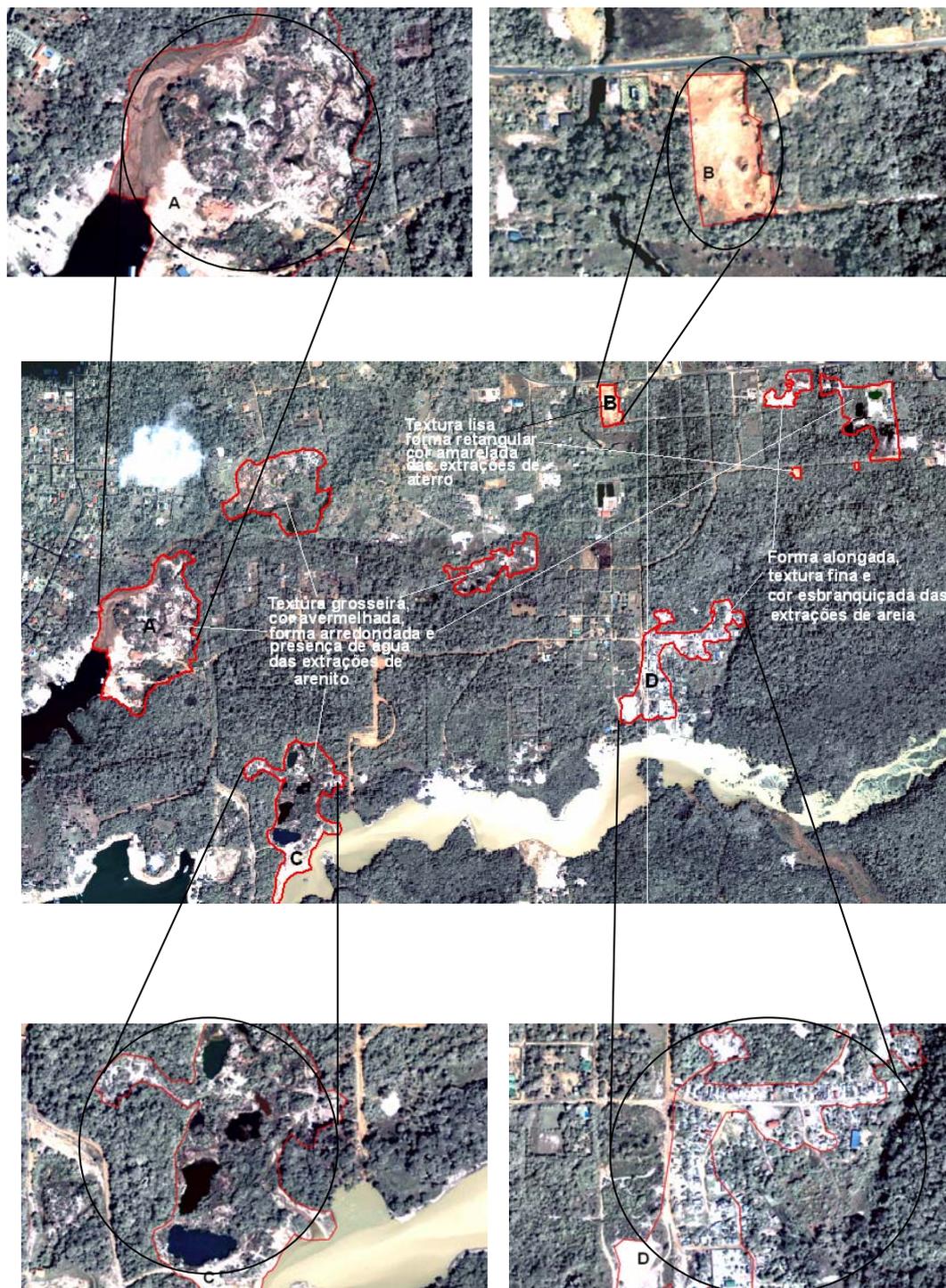


Figura 5.10. Fatores de identificação do padrão morfológico de degradação pela mineração de acordo com o tipo mineral explorado (arenito, aterro e areia). Detalhe da morfologia da degradação ambiental deixada pela extração de arenito identificada através da textura rugosa, forma arredondada, cor avermelhada escura e presença de água (A e C). Detalhe da aparência da degradação e sua identificação através da forma retangular e cor amarelada causada pela extração de aterro (B) e forma alongada e cor esbranquiçada causada pela extração de areia (D). Imagens Quickbird 2003 de antigas extrações minerais (Bairro Tarumã).



Figura 5.11. Padrão alongado da morfologia da degradação causada por antiga extração de areia (imagem Quickbird 2003) no Bairro Tarumã.

O resultado deste estudo conclui que, na região de Manaus, as extrações minerais para uso na construção civil, causam degradações ambientais características para cada tipo mineral extraído, cujo padrão morfológico destas degradações estão consubstanciados no Quadro 5.7 elaborado através das constatações observadas neste estudo, podendo ser identificadas as degradações através de suas formas, texturas, coloração e a presença de água, tendo como significado o tipo de material extraído e o nível ou magnitude da degradação existe no local.

d) Áreas de mineração ativas e inativas

O levantamento de campo e o mapeamento visual, ou interpretação visual das imagens, para o cadastro e mapeamento das áreas degradadas pela mineração deram subsídio para o mapeamento de praticamente todas as áreas de mineração, para uso na construção civil, existente na região de Manaus. Salienta-se que a área de estudo abrange toda, ou praticamente toda, a esfera de ocorrência de mineração no município para uso na construção civil. Estes dados (campo e visual) foram reunidos de tal forma para a identificação das áreas de mineração de acordo com a substância mineral extraída (Figura 5.12) e quanto ao seu funcionamento (Figura 5.13), atividade ativas e inativas. A importância desta informação está em fornecer dados e informação a respeito das localizações de áreas de mineração em atividade ou paralisadas na região de Manaus.

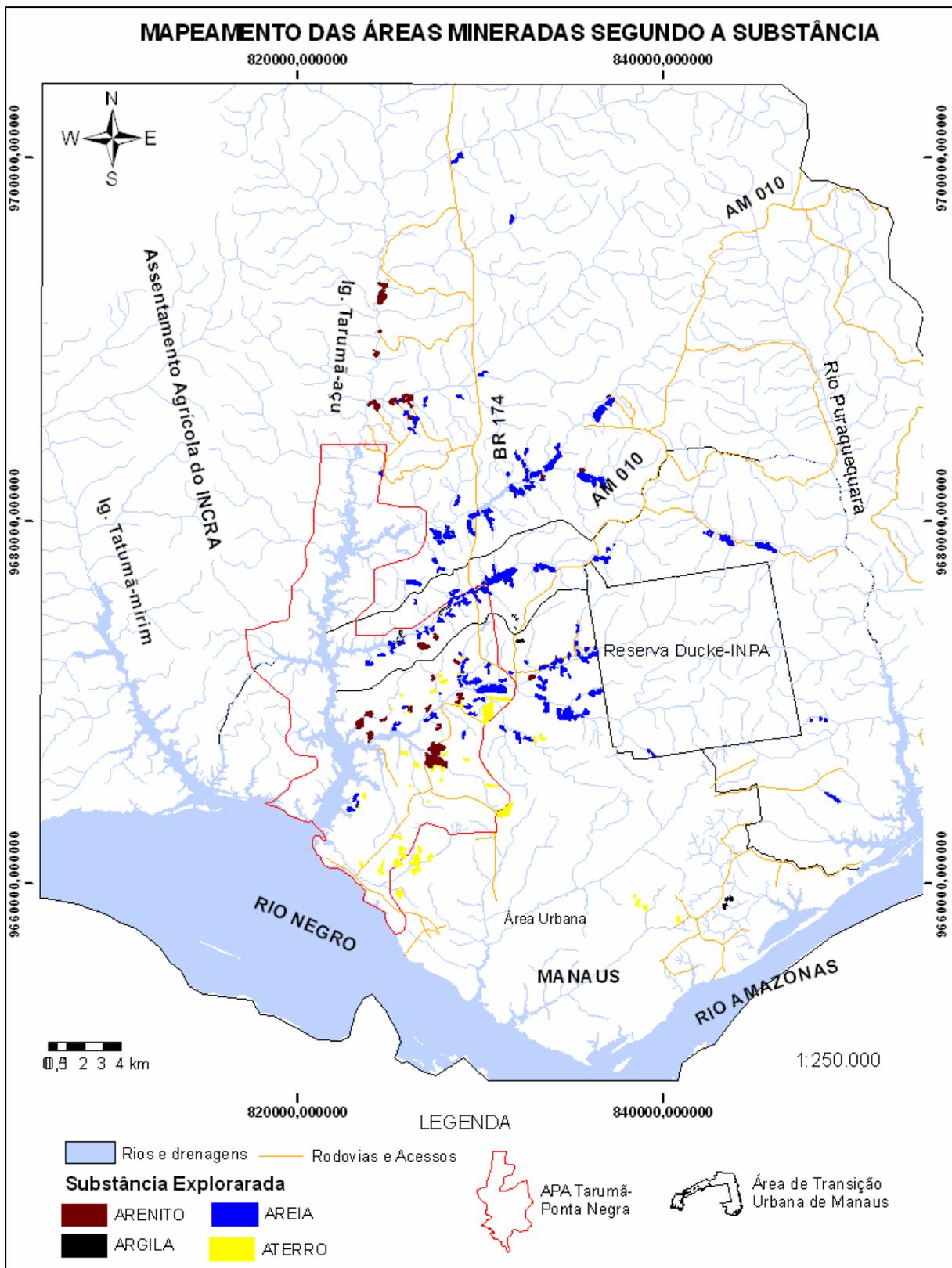


Figura 5.12. Mapa das áreas mineradas segundo a substância explorada.

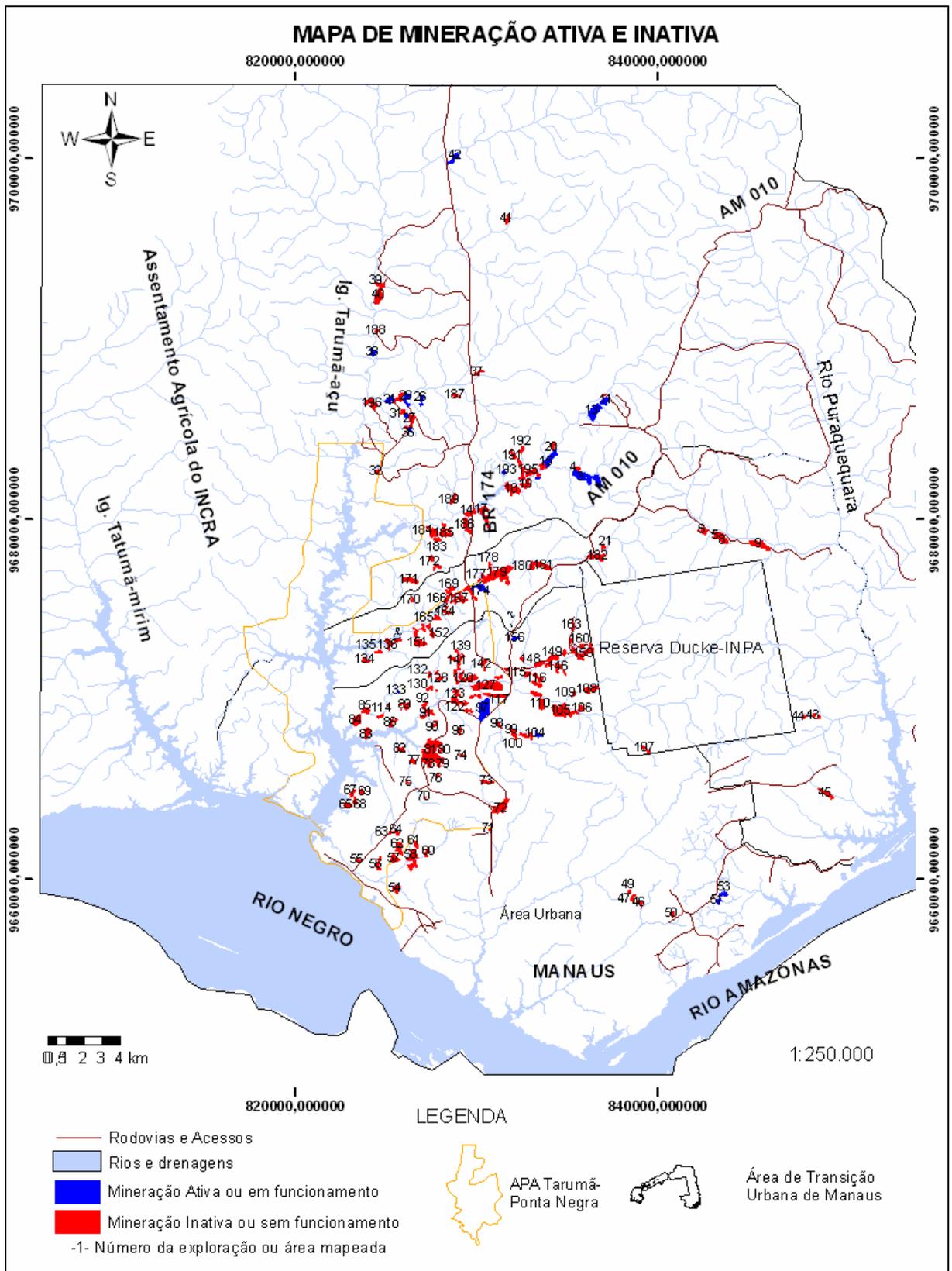


Figura 5.13. Mapa das áreas mineradas ativas e inativas, conforme mapeamento de campo e visual (tela do computador).

A partir do levantamento anteriores (campo e visual) e das análises realizadas, obteve-se o Quadro 5.8, onde é apresentado o resultado dos empreendimentos ativos e inativos por cada tipo de material extraído. De acordo com este quadro, foram identificados 208 empreendimentos de mineração, ou seja, áreas mineradas, recentes e antigas, ativas ou inativas, licenciadas ou clandestinas. Com isto, constatou-se que, até abril/2007, data do último levantamento de campo, foram identificadas 133 áreas de mineração de areia, sendo 14 áreas ativas e 119 inativas; 26 áreas de extração de arenito, constituindo-se de três áreas ativas e 23 inativas; 45 áreas de extração de aterro, onde três são áreas ativas e 42 áreas inativas; e quatro áreas de extração de argila, todas em atividade. Assim, o quadro geral da mineração na região de Manaus constitui-se de 24 áreas de mineração em atividade e 184 áreas inativas, paralisadas ou já mineradas, identificadas com base no levantamento realizado neste estudo.

Quadro 5.8. Análise das atividades de mineração segundo os mapeamentos de campo e visual.

Empreendimentos de Mineração					
Substância Mineral	Ativos		Inativos	Total de áreas (ha)	Total de áreas mineradas
	Legal	Clandestino			
Areia	9	5	119	1.015,12	133
Arenito	3	0	23	290,70	26
Aterro	1	2	42	280,81	45
Argila	0	4	0	15,67	4
TOTAL	13	11	184	1.602,30	208

5.3. CARACTERIZAÇÃO E MAGNITUDE DA DEGRADAÇÃO E GRAU DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL PARA INTERVENÇÃO A CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZOS

Conforme o enunciado do conceito de degradação ambiental, esta consiste no nível de alteração ou impactos sobre o meio ambiente com a intervenção humana, onde este nível de alteração pode causar, entre outros, a mudança da paisagem, a modificação da qualidade e fertilidade dos solos ou das estruturas físicas e químicas de uma área no presente e futuro.

Diferentes intensidades de danos em uma determinada área, requerem diferentes tratamentos para a mitigação dos impactos e recuperação da área degradada.

Geralmente, a mineração de materiais de uso na construção civil tem um aspecto característico de não causar alteração química no solo, em razão dos tipos minerais explorados, apesar de não ser impossível este tipo de contaminação em função de uso de

combustível e graxas. Na região de Manaus, as alterações são geralmente a modificação da paisagem ou impacto visual, modificação da estrutura física do solo e biológica sobre a flora e fauna.

Na avaliação da degradação ambiental pela mineração na região de Manaus, utilizou-se de dois fatores básicos: o tamanho da área degradada e a magnitude dos impactos ocorridos, que constituem o item caracterização da degradação ambiental a seguir.

a) Caracterização da degradação ambiental

• Tamanho da área impactada

Com base nas informações obtidas em campo, pôde-se quantificar e classificar as áreas quanto ao tamanho de área impactada. Poderia-se utilizar outros parâmetros ou fatores para a classificação das áreas deste estudo, mas como se trata de um estudo que, com certeza, fará parte ou servirá como base para futuros trabalhos no seio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Manaus – SEMMA, será utilizada a classificação usada por esta secretaria. Esta classificação é utilizada para dimensionar e classificar o porte das áreas quanto ao tamanho e à valoração em processo de licenciamento, com o objetivo de avaliar o custo de cada licença expedida de acordo com o tamanho da área a ser licenciada.

De acordo com a SEMMA, os tamanhos das áreas são:

Dados da SEMMA		Pesos atribuídos
Porte Pequeno: Área < 1 ha;	→	Porte Pequeno = 1;
Porte Médio: $1 \leq \text{Área} < 2$ ha;		Porte Médio = 2;
Porte Grande: $2 \leq \text{Área} < 4$ ha;		Porte Grande = 3;
Porte Excepcional: Área ≥ 4 ha.		Porte Excepcional = 4.

Para esta classificação ou intervalos, foram atribuídos valores ou pesos, conforme acima, para facilitar a manipulação e cruzamentos com o dados de magnitudes dos impactos e classificação do grau de degradação ambiental para cada empreendimentos, conforme acima. Os quatro intervalos deram origem a quatro portes de tamanho de áreas (portes Pequeno, Médio, Grande e Excepcional).

Quadro 5.9. Dados estatísticos das atividades de mineração com base no levantamento realizado e segundo o porte das áreas impactada.

Quantifi cação	Tamanho da Área Impactada							
	Pequeno (1)		Médio (2)		Grande (3)		Excepcional (4)	
	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%
Total Área (ha)	11,54	0,72	35,24	2,2	129,11	8,06	1.426,41	89,02
Quanti dade	20	9,95	23	11,44	44	21,9	114	56,71

A análise do Quadro 5.9 mostra que o maior número de áreas impactadas encontra-se nos tamanhos grande e excepcional, correspondendo estes dois portes a mais de 78% da quantidade de áreas. Estas duas categorias de tamanhos de área (Grande e Excepcional) representam um total de 1.555,52 ha, correspondendo a 97,08% do total de áreas impactadas por mineração. Este quadro ressalta, ainda, que 89,02% de toda a área impactada por mineração é considerada como de tamanho excepcional, conforme a classificação da SEMMA, o que o leva a crer que o poder público deverá ter uma maior atenção no sentido de buscar uma melhor gestão destas áreas.

O Quadro 5.10 apresenta o total de áreas impactadas por cada material extraído. De acordo com este quadro, as extrações de areia é a atividade com maior número de áreas identificadas e a que apresenta a maior quantidade de hectares, 1.015,12 ha impactados; em segundo lugar, vem a extração de arenito com 290,70 ha impactados; e em terceiro lugar a extração de aterro ou latossolo com 280,81 ha impactados. Desta forma, de acordo com os dados levantados, as extrações de areia é a atividade de maior potencial de impacto na região de Manaus.

Quadro 5.10. Tamanho da área impactada segundo o tipo mineral extraído

Substância Mineral	Número de Áreas Impactadas	Total de Áreas Impactadas (ha)
Areia	133	1.015,12
Arenito	26	290,70
Aterro	45	280,81
Argila	4	15,67
Total	208	1.602,30

- **Magnitude do impacto ambiental**

A título de mensurar a magnitude do impacto ambiental pela mineração na área de estudo, da mesma forma como ocorreu para o Tamanho das Áreas impactadas, foram estabelecidas quatro classes para a classificação da magnitude dos impactos ambientais ocorrentes e observados nas áreas mineradas: Baixa, Média, Alta e Muito Alta. Esta magnitude ou grau de impactos corresponde à avaliação do conjunto dos impactos potenciais encontrados nas áreas em questão.

A magnitude Baixa consistiu na constatação da não ocorrência de impactos, além daqueles, normalmente, previstos para a referida atividade e da constatação de práticas de recuperação e mitigação dos impactos adequados, bem como da presença de erosões incipientes como os sulcos erosivos;

A magnitude Média se caracteriza pela presença de ravinas, práticas inadequadas de recuperação e mitigação dos impactos, assoreamento de média extensão, etc.;

A magnitude Alta ocorre com a identificação de voçorocas, invasão em áreas de preservação permanente (APP), desmatamento além da área licenciada, práticas inadequadas de recuperação e mitigação e assoreamento de grande extensão;

A magnitude Muito Alta constitui-se com a ocorrência de voçorocas com exposição do lençol freático, desmatamento além do licenciado, invasão em APP, não execução do plano de recuperação e mitigação e assoreamento de grande extensão.

Os dados obtidos, no levantamento de campo, por meio da aplicação da Ficha de Campo do Anexo B, são a base de informações para esta classificação.

Assim como para o Tamanho das Áreas Impactadas, foram atribuídos quatro valores ou pesos para as referidas classes.

Deste modo, as classes de magnitude dos impactos são:

Pesos atribuídos
Magnitude Baixa = 1;
Magnitude Média = 2;
Magnitude Alta = 3;
Magnitude Muito Alta = 4.

Quadro 5.11. Mostra estatística da classificação das áreas mineradas quanto à magnitude do impacto ambiental.

Quantificação	Magnitude do Impacto Ambiental				Total
	Baixa = 1	Média = 2	Alta = 3	M. Alta = 4	
Nº de Áreas	75	86	26	14	201
Área(ha)	428,86	681,21	166,34	325,89	1.602,30
%ha	26,77	42,51	10,38	20,34	100

O Quadro 5.11 mostra que o maior percentual de áreas degradadas encontra-se na magnitude Média e que tanto os empreendimentos que pertencem à magnitude Baixa como os de magnitude Alta devem ser levados em consideração, pelo poder público responsável pela gestão dessas áreas, em razão de suas áreas de abrangência ou seus percentuais significativos.

- **Grau de degradação ambiental**

Com base nas análises da degradação pelo tamanho das áreas impactadas e pela magnitude de seus impactos identificados através do levantamento de campo ou pela análise através da tela do computador, foram realizados cruzamentos destas informações para a obtenção do que se denominou de grau de degradação ambiental (GDA). Neste estudo, o procedimento foi realizado da seguinte forma: a partir da atribuição de valores ou pesos, tanto para o tamanho das áreas impactadas (TAI) como para a magnitude dos impactos (MI), obteve-se a média aritmética dos valores ou pesos (Quadro 5.12) correspondentes a cada área com o uso dos SIGs Arcview 3.3 e Arcmap 9.2. Esta média representa o grau de degradação ambiental (GDA), onde os valores de tamanho de áreas impactadas são cruzados com os valores de magnitude dos impactos observados em cada área. O objetivo desta classificação é fornecer informações para a gestão destas áreas degradadas e indicar quais e onde estão as áreas de mineração com maiores problemas de degradação na região de Manaus.

Assim, $GDA = (TAI + MI)/2$ (Quadro 5.12), onde (TAI + MI) representa a somatória dos pesos do tamanho da área e da correspondente magnitude do impacto da área avaliada. Com isto, é criada uma nova série de valores, de 1 até 4, que constitui a variação do grau de degradação ambiental. Esta série de valores ou variação do grau de degradação foi reclassificada e dividida em três novas classes de grau de degradação ambiental: Degradação Baixa, Degradação Média e Degradação Alta. Esta reclassificação está conforme a seguir:

1 ≤ Degradação Baixa ≤ 2;

2 < Degradação Média ≤ 3;

3 < Degradação Alta ≤ 4;

A partir desta reclassificação, as análises dos dados estão consubstanciados no Quadro 5.13, o qual mostra que 64,10% de toda a área degradada encontram-se classificados com degradação média; 29,54% com degradação alta e apenas 6,36% de toda a área com degradação baixa. Na degradação alta encontram-se somente atividades de extração de arenito e areia, nesta ordem e que a extração de areia é a atividade que mais degrada o solo na região, como atividade de mineração.

De acordo com as análises efetuadas foi elaborado o mapa do grau de degradação ambiental das áreas de mineração da área de estudo (Figura 5.14). O mapa desta figura mostra a distribuição espacial das áreas de acordo com a classe crítica a que pertencem. Conforme este mapa, os órgãos competentes e a sociedade em geral, podem elaborar e propor políticas de gestão ambiental e tomar as medidas necessárias e urgentes para cada caso. A classe degradação alta representa as áreas de mineração mais críticas, nas quais deverão ser tomadas as medidas de controle e recuperação ambiental com mais urgência.

Quadro 5.12. Classificação e cálculo do grau de degradação ambiental das áreas de mineração na região de Manaus.

	Tamanho Área Impactada (TAI)	Magnitude do Impacto (MI)	Grau Degradação Ambiental (TAI + MI)/2	Reclassificação - Grau Degradação Ambiental
Pequeno/Baixa	1	1	1	$1 \leq \text{Degrad Baixa} \leq 2$
Médio/Média	2	2	$2 < \text{Degrad Média} \leq 3$
Grande/Alta	3	3	$3 < \text{Degrad Alta} \leq 4$
Excepcional / M Alta	4	4	4	

Quadro 5.13. Análise do grau de degradação ambiental das áreas de mineração na região de Manaus.

Quantifi- cação	GRAU DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL												TOTAL
	BAIXA				MÉDIA				ALTA				
	Areia	Arenito	Argila	Aterro	Areia	Arenito	Argila	Aterro	Areia	Arenito	Argila	Aterro	
ÁREAS(ha)	43,25	2,16	5,70	50,77	728,35	58,82	9,97	230,04	243,52	229,72	-	-	1.602,30
%ha	2,70	0,13	0,36	3,17	45,45	3,67	0,62	14,36	15,20	14,34	-	-	100
TOTAL(ha)	101,88				1.027,18				473,24				1.602,30
%TOTAL	6,36				64,10				29,54				100

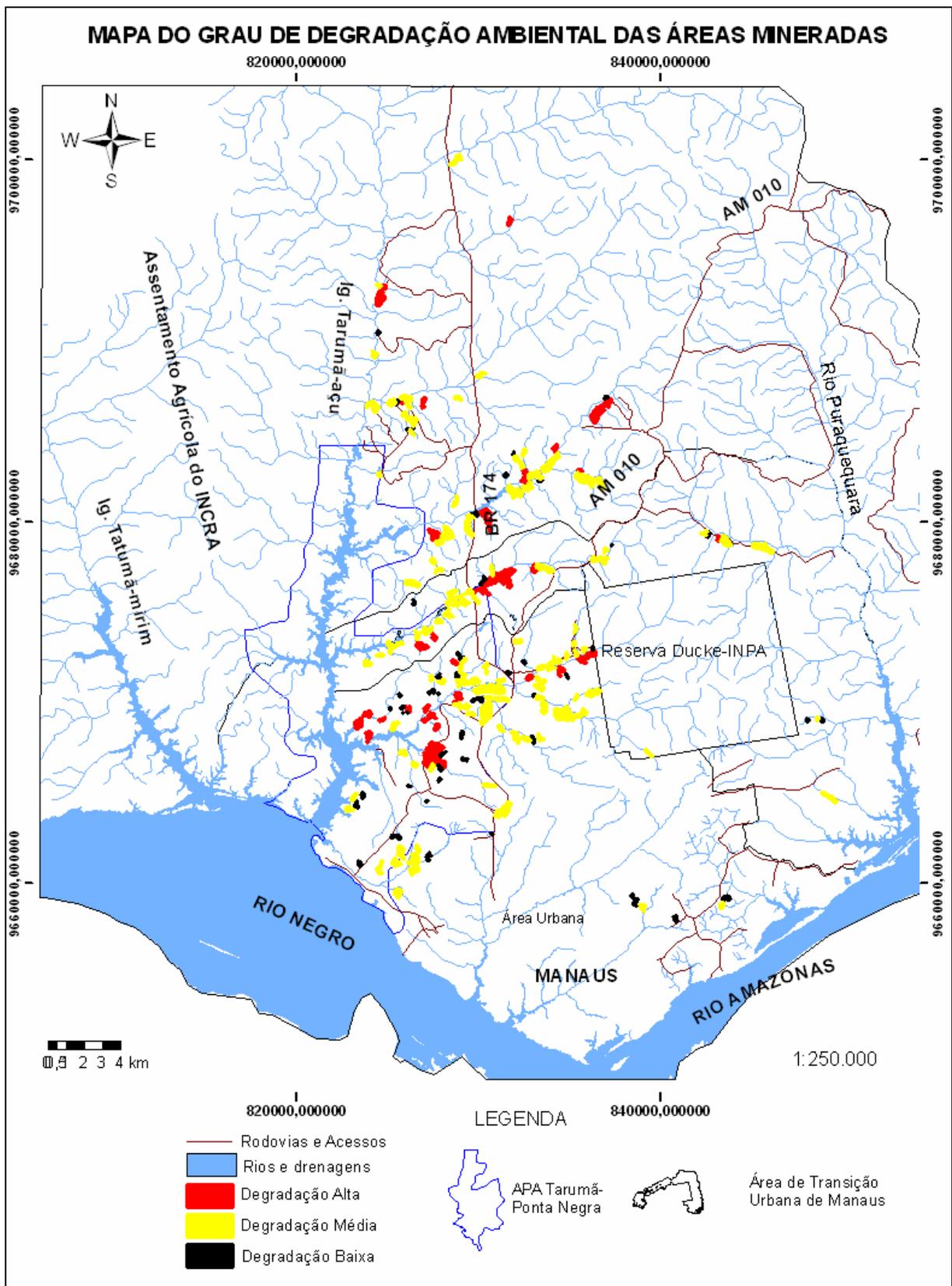


Figura 5.14. Mapa do Grau de Degradação Ambiental pela Extração de Minerais de Uso na Construção Civil na Região de Manaus.

Considerando as degradações potenciais apontadas acima, pode-se relacionar, em geral, as medidas que poderão ser adotadas para a recuperação das Áreas Degradadas.

Segundo (Barth 1989) *apud* Pereira e Tomazzoli (1998), a recuperação não é um evento que ocorre em uma época determinada, mas é um processo lento e oneroso que se inicia antes da mineração e termina muito depois de ter-se completado o processo de exploração. A recuperação consiste em etapas e períodos de tempo. Neste sentido, pode-se propor as seguintes medidas:

I. A curto prazo:

- recomposição da topografia da área lavrada;
- controle dos processos erosivos;
- revegetação, principalmente rasteira para proteção do solo;
- amenização do impacto ou alteração na paisagem;
- drenagem da área de lavra e disciplinamento das águas subterrâneas;
- controle da deposição de estéreis e rejeitos.

II. A médio prazo:

- reestruturação das propriedades físicas e químicas do solo;
- condução de processo para sucessão vegetal;
- ocorrência da reciclagem de nutrientes;
- condução para o reaparecimento da fauna.

III. A longo prazo:

- auto-sustentação do processo de recuperação;
- inter-relacionamento dinâmico entre solo-flora-fauna;
- utilização da futura área para pesquisa e lazer.

5.4. DEGRADAÇÃO AMBIENTAL IDENTIFICADA NAS ÁREAS DE MINERAÇÃO

A mineração é uma atividade que processa-se num ciclo que se inicia com a implantação (planejamento e instalação), seguida do desenvolvimento e finda com seu fechamento (exaustão da reserva, questões econômicas ou pelo poder público). A partir daí pode decorrer os casos de abandono das áreas lavradas, as quais deixam suas marcas na paisagem local. Tais áreas são passíveis de reutilização via projetos de recuperação ou de reabilitação, no mínimo, que proporcionarão novos usos para as superfícies alteradas.

A Legislação Federal (CONAMA 001/86), define impacto ambiental “como toda alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetam a segurança e o bem estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitária do meio ambiente, a qualidade dos recursos ambientais.” Deste modo, a degradação pela mineração é resultado da modificação da paisagem e perda da estrutura física, química e biológica de uma determinada área.

Em decorrência das modificações sobre o meio ambiente, as degradações potenciais identificadas na área de estudo, geralmente, compreendem:

- a) Risco à saúde pela trafegabilidade dos veículos de transporte, nas vias de acesso, tanto afetando a população residente próximo a estas áreas, como aos trabalhadores;
- b) Danos à saúde pelas emissões devido ao tráfego e operações de maquinários;
- c) Danos por ruídos, vibrações e lançamentos de fragmentos, no caso das pedreiras;
- d) Supressão da vegetação;
- e) Exposição ou falta de proteção do solo;
- f) Desvalorização do terreno e de terras próximas a área de exploração.
- g) Impedimento dos processos de intercâmbio biológico.
- h) Alteração paisagístico-visual: representados pela variação de três fatores principais: a qualidade paisagística, a fragilidade e a visual. Estes fatores têm relação com o tipo de mineração, a topografia, o tempo e forma de exploração;
- i) Modificação do perfil topográfico do terreno, também está associado ao aspecto paisagístico-visual;
- j) Modificação do uso do solo na área de jazida.
- k) Alteração dos horizontes do solo.
- l) Formação de ravinas e aumento dos processos erosivos.
- m) Instabilidade das encostas.
- n) Retirada de bancos de areia (armazenadores de águas) causando desequilíbrio do ecossistema, podendo afetar a contribuição hídrica das drenagens;
- o) Impedimento dos processos naturais de drenagem;
- p) Danos às nascentes.

O mapeamento da degradação ambiental pela mineração, consistiu no levantamento de campo e mapeamento visual. Foram identificados 196 pontos mapeados, correspondendo a

208 áreas mineradas identificadas. Destas, 57 áreas mineradas correspondem a pontos visitados e mapeadas no campo, sendo 151 áreas mineras mapeadas visualmente.

Como registro da degradação pela mineração da área de estudo, foram selecionadas vinte áreas mineradas visitadas como áreas representativas da degradação pela mineração na região de estudo.

Quadro 5.14. Características das degradações pela mineração na região de Manaus.

Ponto	Local	Substância	Danos ou processos	Efeitos/manif estações	Causas principais	Grau Degradação	Medidas de controle	Foto
3	AM010 Km 32	Areia (recente)	Erosões no interior da lavra	Ravinas e remoção do solo e assoreamento do Ig. Água Preta	Solo não totalmente protegido	Média	Construir aterro, terraços ou camalhões para conter a erosão e intensificar revegetação	
4	AM010 Km 34	Arenito (pedreira antiga e clandestina)	Erosão de um antigo ramal ou via de acesso à lavra.	Voçoroca e remoção do solo e intenso assoreamento do Ig. Água Preta; Visual	Antigo acesso à lavra direcionada para o talvegue	Alta	Dreno de fundo, barragem de terra escalonada e revegetação. O objetivo é diminuir a declividade do fundo do talvegue e provocar o auto assoreamento.	
6	AM010 Ramal Água Branca	Areia (areal antigo e clandestino)	Erosão (sulcos) e laminar	Sulcos erosivos; taxa de resiliência baixa; baixa fertilidade do solo; Visual	Área abandonada	Média	Revegetação com adequação do substrato	
7	AM010 Ramal Água Branca	Areia	Não constatado	Recuperação ou resiliência média	Falta de manutenção	Baixa	Aguardar pela regeneração natural	
8	AM010 Ramal Água Branca	Areia	Erosão (sulcos)	Visual; baixa resiliência da vegetação; sulcos erosivos, fert. Baixa do solo	Falta de adensamento do replantio para melhor proteção do solo	Média	Adensar o replantio com adequação do substrato	

Ponto	Local	Substância	Danos ou processos	Efeitos/manif estações	Causas principais	Grau Degradação	Medidas de controle	Foto
9	AM010 Ramal Água Branca	Areia	Erosão (sulcos e ravinas)	Ravinas e sulcos erosivos, perda de solo e assoreamento do Ig. Água Branca	Solo desprotegido, erosões sem contenções e replantio sem manutenção	Média	Construção de aterro e terraços para conter erosão e nova revegetação com adequação do substrato	
11	AM010 Km 37 Ramal Do Leão	Areia	Erosão (Ravinas) e danificação do dos ramais de acesso	Buracos, empoçamento; trafegabilidade da comunidade prejudicada	Falta de manutenção adequada	Alta	Compactação adequada com material adequado da pista; construção de drenos laterais; desvio da água dos ramais para bacias de contenção laterais	
13	AM010 Km 37 Ramal Do Leão	Areia	Erosão(Ravinas e sulcos); supressão vegetação além permitido	Ravinas e sulcos erosivos; Perda de solo; assoreamento de cursos d'água; paisagístico-visual	Recuperação inadequada das áreas lavradas e de empréstimo; erosão sem contenção	Alta	Reavaliação do Prad, adequar o substrato para recuperação, replantio de vegetação arbustiva e rasteira para proteção do solo; dar manutenção nas bacias de contenção	
15	BR174 Km 10 Ramal do Leão	Areia	Erosão (ravinas)	Ravinas; Assoreamento de curso d'água	Falta de contenção da erosão e da recuperação da área	Média	Construir terraços e revegetação e implantar o Prad existente.	
18	BR174 Km 10 Ramal do Leão	Areia	Erosão (ravinas)	Ravinas; Assoreamento do Ig do Leão; visual-paisagístico	Falta de manutenção em área replantada e replantio em área abandonada	Média	Construir terraços para conter erosão e revegetação da área não recuperada com adequação do substrato	

Ponto	Local	Substância	Danos ou processos	Efeitos do dano	Causas principais	Grau Degradação	Medidas de controle	Foto
19	BR174 Km 10 Ramal do Leão	Areia	Erosão (ravinas)	Ravinas; Assoreamento do Ig do Leão; visual-paisagístico	Falta de manutenção em área replantada e de contenção da erosão	Média	Construir terraços para conter erosão e adensar o replantio da área.	
20	BR174 Km 10 Ramal do Leão	Areia	Exposição de matacões de arenito que deu origem à areia	Visual-paisagístico	Lavra da areia que circundava os blocos e não utilização da rocha ou conformação da topografia	Média	Consultar órgão ambiental e de mineração ou os institutos de pesquisas interessados em estudar as rochas antes de qualquer intervenção, visto tratar-se de caso único local	
21	BR174 Km 10 Ramal do Leão	Areia	Erosão (ravinas)	Perda de solo e assoreamento do Ig. do Leão; paisagístico-visual	Execução inadequada da recuperação e erosão sem contenção	Alta	Construir terraços e revejetá-los com adequação do substrato para conter a erosão; adequar o substrato; efetivar de fato o Prad	
24	BR174 Km 10 Ramal do Leão	Areia	Supressão da vegetação, escavação abaixo do greide da via	Paisagístico-visual; possível desbarrancamento da margem da pista	Desmatamento; Extração clandestina de forma rápida e próximo da pista	Baixa	Aterro, adequação do talude e replantio de toda a área com adequação do substrato	
25	BR174 Km 12	Areia	Carreamento de areia a partir da cava da lavra	Assoreamento de curso d'água	Falta de contenção adequada	Baixa	Construir terraços para impedir o carreamento de areia para dentro do córrego	

Ponto	Local	Substância	Danos ou processos	Efeitos/manif estações	Causas principais	Grau Degradação	Medidas de controle	Foto
26	BR174 Km 15 Ramal C. Mete Marcha	Areia (extração clandestina de forma rápida)	Supressão vegetação, mistura de estéril com solo orgânico,	Perda do solo orgânico; formação de lagoas nas cavas	Extração clandestina realizada de forma rápida	Alta	Terraplenagem, adequação do substrato e revegetação de toda a área	
29	BR174 Km 15 Ramal C. Mete Marcha	Arenito (Pedreira)	Lançamento de efluentes da cava da pedreira	Aumento da turbidez do Ig. Santo Antônio	Tratamento ou decantação não satisfatória	Média	Adaptar filtros naturais; aumentar as dimensões e o número das bacias de decantação	
31	BR174 Km 15 Ramal C. Mete Marcha	Arenito (Pedreira)	Lançamento de efluentes da cava da pedreira	Aumento da turbidez do Ig. Santo Antônio	Descuido no transbordamento da bacia	Média	Atenção na subida do nível d'água da bacia	
40	BR174 Km 23 Ramal R. dos Apóstolos	Arenito (Pedreira)	Danos aos acessos; estéril em área em regeneração	Trafegabilidade da comunidade prejudicada; resiliência muito baixa das espécies	Buracos e empoçamento nas pistas; recuperação inadequada	Alta	Compactação adequada com material adequado da pista; desvio da água dos ramais para bacias de contenção laterais e replantio com adequação do substrato	
41	BR174 Km 26 Ramal Esperança	Areia	Formação de cavas; Erosão (ravinas)	Cavas, ravinas; Paisagístico visual; assoreamento de curso d'água	Recuperação inadequada; erosão sem contenção	Alta	Adensamento da revegetação com adequação do substrato; construir terraços e revegetá-lo para conter a erosão	

O Quadro 5.14 apresenta os principais tipos de degradação ambiental pela mineração, destas áreas consideradas representativas para a área de estudo. O número de cada ponto corresponde à numeração constante no Anexo D.

5.5. A CARTOGRAFIA DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL PELA MINERAÇÃO NA REGIÃO DE MANAUS

Para a produção do produto final deste estudo, foram juntados os resultados obtidos em capítulos anteriores, tais como, o Mapa de Uso e Ocupação do Solo, O Mapa de Mineração Ativa e Inativa e o Mapa de Grau de Degradação Ambiental das Áreas Mineradas. Como resultado final obteve-se o mapa denominado Cartografia da Degradação Ambiental pela Extração de Minerais de Uso na Construção Civil na Região de Manaus (Figura 5.15). O referido mapa mostra que:

- a maioria das atividades de mineração ativas concentram-se na área rural;
- as atividades de mineração estão localizadas, geralmente, na categoria de uso antropizada, atingindo muito pouco as áreas de floresta primária;
- a antropização e a localização das atividades de mineração seguem um padrão que obedece ou que está em função ou ligadas às vias de acesso local mais próximas da área urbanizada;
- a maioria das áreas degradadas pela mineração são classificadas como degradação média (cor branca no mapa);
- as áreas classificadas como degradação alta (cor vermelha), geralmente, são mais extensas, o que deveria chamar a atenção das autoridades competentes e responsáveis pela gestão destas áreas.

**CARTOGRAFIA DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL PELA EXTAÇÃO DE MINERAIS DE
USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL NA REGIÃO DE MANAUS**

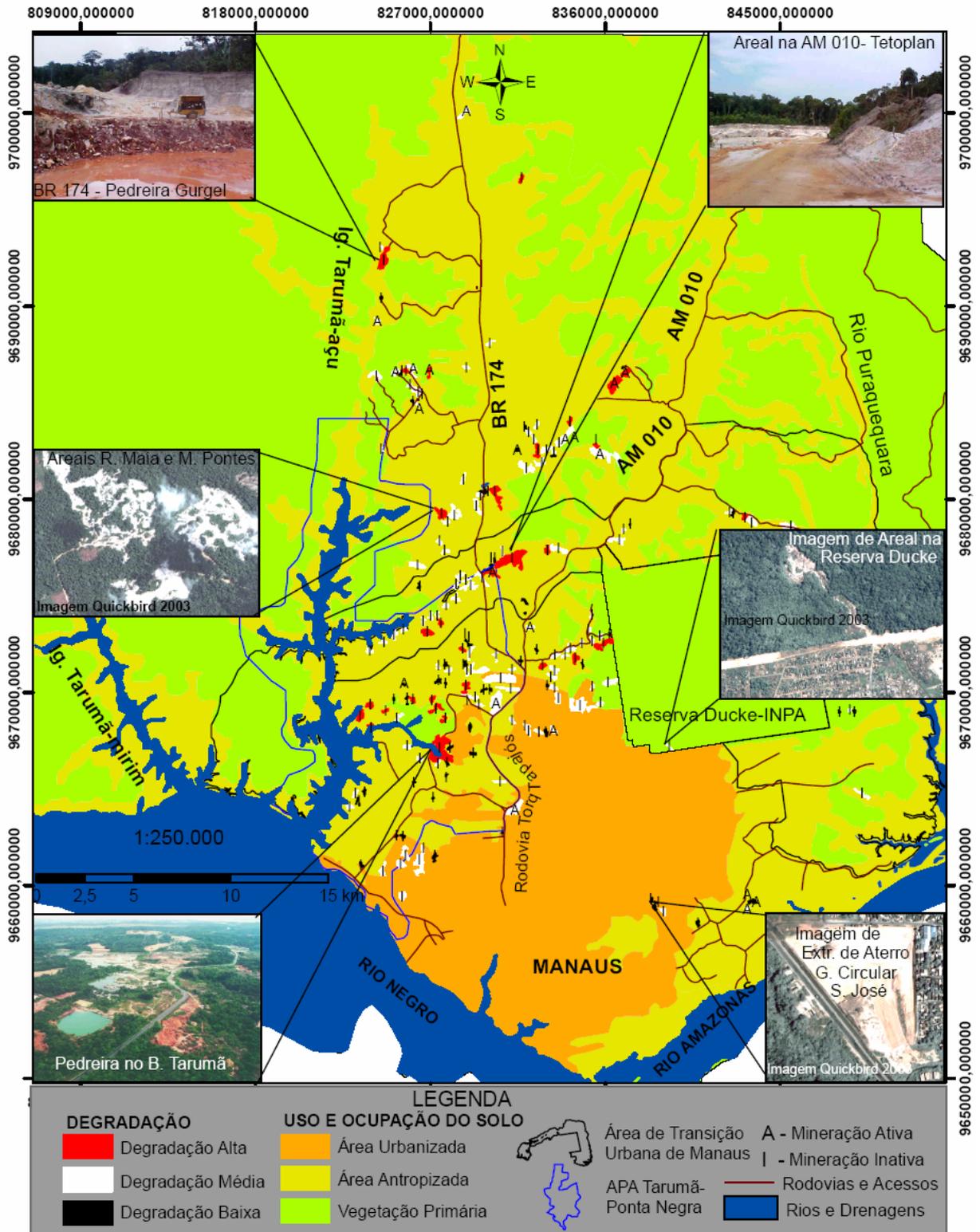


Figura 5.15. Produto Final: Cartografia da Degradação Ambiental pela Extração de Minerais de Uso na Construção Civil na Região de Manaus).

CAPÍTULO VI

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1. CONCLUSÕES

O estudo da degradação ambiental pelas extrações de minerais de uso na construção civil, na região de Manaus, permitiu identificar padrões de degradação ambiental, distribuição espacial e a dinâmica das transformações da paisagem pela mineração na área de estudo.

Por meio da análise de processos de licenciamento ambiental e mineral no órgão de meio ambiente do Município de Manaus, dados de vegetação e usos do solo fornecidos pelo SIPAM, imagens de satélites e levantamentos de campo, com uso de GPS, foi possível estabelecer importantes relações de comportamento do minerador na região com o referido órgão ambiental, a dinâmica das transformações da paisagem, a espacialização das ocorrências das atividades de mineração e seu funcionamento quanto ativas e inativas, o tamanho das áreas impactadas e suas respectivas magnitudes e o grau de degradação por cada substância extraída, o padrão morfológico da degradação ambiental, deixado na paisagem, por cada substância explorada, bem como concluir qual substância mais degrada o meio ambiente na área de estudo. Exemplos de relação entre minerador e o órgão ambiental do município são as quantidades de licenciamentos efetivamente realizados por cada ano-atividade. Constatou-

se que no período avaliado 1998 a 2007, os anos de 2003 a 2005 mantiveram médias iguais de dez processos anos, e os anos de 1999 e 2000 foram os anos em que ocorreram os maiores números de processos licenciados, 18 e 17, respectivamente, o que leva a supor uma maior atividade minerária na região e, conseqüentemente, uma maior degradação ambiental pela atividade de mineração. O comportamento do minerador, frente ao órgão ambiental do município, é ressaltado através das infrações ou restrições não cumpridas. A não entrega de comprovantes de pagamento da Compensação Financeira por Exploração de Recursos Minerais – CFEM e do Relatório de Monitoramento de Controle Ambiental – RMCA são as infrações e restrições mais ocorrentes, onde a não entrega dos comprovantes da CFEM sobrepuja as demais. Outro dado importante nesta relação é a indicação do uso futuro ou pós-mineração para as áreas mineradas, em que o plantio de culturas permanentes é o uso pós-mineração mais indicado pelos mineradores e aprovado pelo órgão ambiental.

O presente estudo mostra como resultados e produtos obtidos: o Mapa de Uso e Ocupação do Solo, o padrão morfológico de identificação das áreas degradadas pela extração de minerais de uso na construção civil, o Mapa das Áreas Mineradas Segundo a Substância Mineral explotada, o Mapa de Mineração Ativa e Inativa, a degradação ambiental identificada nas área de mineração, o Mapa do Grau de Degradação Ambiental e o mapa Cartografia da Degradação Ambiental pela Extração de Minerais de Uso na Construção Civil na Região de Manaus, objetivo principal deste estudo.

O Mapa de Uso e Ocupação do Solo mostra a transformação da paisagem da região de estudo condicionada e associada aos principais elementos morfoestruturais e às vias de acesso da região. Os resultados obtidos permitiram a observação da dinâmica da paisagem adaptada a barreiras naturais, representadas pelos principais cursos d'água da região, rios Negro e Amazonas pela porção norte, rio Puraquequara pela porção leste e Igarapé Tarumãçu pela porção oeste, o que condiciona o avanço da transformação da paisagem no rumo norte. Adaptada dentro destes limites naturais, as vias de acesso conduzem a antropização, e esta a urbanização local. Constata-se, também, que as áreas de mineração estão geralmente associadas ou inseridas nas áreas antropizadas, com poucas ocorrências de mineração em áreas de floresta primária.

Através do mapeamento visual das imagens de satélite, na tela do computador, foi possível perceber que as degradações decorrentes pelas extrações de minerais de uso na construção civil possuíam um padrão de forma, textura, coloração e/ou presença ou não de água. Para este conjunto de fatores ou elementos visuais, denominou-se padrão morfológico de identificação das áreas degradadas pelas extrações de minerais de uso na construção civil.

O estabelecimento deste padrão foi apenas para as substâncias areia, arenito e aterro. Para a substância argila, não foram encontrados elementos morfológicos, em razão do baixo número de atividades de extração identificado. De acordo com o Quadro 5.7, a substância areia apresenta textura média a fina, forma da área de degradação alongada, coloração esbranquiçada e geralmente sem presença de água; a substância arenito, apresenta textura grosseira ou rugosa, forma da área de degradação arredondada ou circular, coloração avermelhada ou escura e geralmente presença de água nas cavas das lavras; a substância aterro, apresenta textura lisa ou fina, forma da área degradada retangular, coloração amarelada e geralmente sem presença de água. O padrão morfológico da degradação da areia está condicionado, no caso da textura, a sua granulação fina a média; a forma alongada em função da forma do corpo resultado como produto de podsolização, alteração da camada arenítica por lixiviação natural; a coloração esbranquiçada, pela constituição mineralógica quartzosa. O padrão morfológico resultante da extração de arenito está condicionado, em relação à textura grosseira ou rugosa, à fragmentação dos blocos rochosos, textura mais grosseira (geralmente britas) do solo na área da lavra, pilhas de pedras em bloco ou de britas ou de material estéril na área da lavra; a forma arredondada, está associada ao tipo rochoso alterado e à forma de caminhamento da frente de lavra, geralmente radial, em razão da alteração do material rochoso; a coloração avermelhada está associada à constituição do cimento, ligante natural, do arenito ou argilito constituído de óxido de ferro silicificado; a presença de água é geralmente constante nas cavas deixadas pela lavra. O padrão morfológico da degradação deixada pela extração de aterro está associado, no caso da textura lisa, à textura desse material composta de material argiloso; a sua forma retangular, pela forma do terreno explotado, visto que o objetivo não é a exploração mineral em si, mas aproveitar esse recurso mineral de uma forma econômica e valorizar o terreno para futuros envolvimento imobiliários; a coloração amarelada está associada a coloração amarela desse material latossólico.

O tratamento dos dados do levantamento de campo e do mapeamento visual, permitiu a confecção dos mapas: Mapa das Áreas Mineradas Segundo a Substância Mineral explotada e Mapa de Mineração Ativa e Inativa. O primeiro mostra a distribuição espacial das extrações por substância na área de estudo. O segundo apresenta a distribuição espacial das áreas mineradas quanto ao seu funcionamento atual, ativas ou inativas. Sua importância está na visualização e localização dos empreendimentos em atividade na região.

O levantamento de campo permitiu observar, constatar, identificar e registrar, fotograficamente, as degradações pela mineração mais relevantes ou significativas na área de estudo, onde pode-se constatar, através do Quadro 5.9, a degradação ambiental identificada

nas área de mineração. O presente quadro mostra que os problemas e degradações mais ocorrentes e preocupantes são os processos erosivos atuantes na região. Em segundo lugar vêm os danos à vias de acesso, que também estão associados a processos erosivos. Vale ressaltar que estes danos, ou seja, a erosão ou os índices erosivos estão relacionados ou são funções da falta de mitigação adequada da erosão por meio de obras de contenções e do clima chuvosa da região.

O Mapa do Grau de Degradação Ambiental foi obtido por meio da utilização de dois parâmetros considerados importantes para esta classificação, o tamanho da área impactada e a magnitude do impacto ambiental. O tamanho (pequeno, médio, grande e excepcional) possibilitou constatar que cerca de 97% do total de áreas degradadas encontram-se entre as categorias grande e excepcional, salientando-se que apenas a categoria excepcional corresponde a 89,02%. Considerando o tamanho de área degradada por substância mineral, constatou-se que a extração de areia é o tipo de extração mineral para uso na construção civil que possui o maior número de áreas identificadas e a que apresenta a maior quantidade de hectares (1.015,12 ha) degradados; a extração de arenito, com 290,70 ha degradados, vem em segundo lugar; e, na seqüência, a extração de aterro ou latossolo com 280,81 ha degradados; o que conduz a concluir que as extrações de areia é a atividade de maior potencial de degradação espacial na região de Manaus. A magnitude do impacto permitiu classificar as áreas de acordo com o grau de degradação identificado: baixo, médio, alto e muito alto. O resultado obtido mostra que o maior percentual de áreas impactadas encontra-se na magnitude Média, mas que tanto os empreendimentos que pertencem à magnitude Baixa como os de magnitude Alta devem ser levados em consideração pelos responsáveis pela gestão dessas áreas. Após o cruzamento dos parâmetros, tamanho de áreas impactadas e magnitude dos impactos, foi possível obter resultados importantes e o Mapa do Grau de Degradação Ambiental. Os dados do grau de degradação, classificados como degradação baixa, média e alta, mostram que 64,10% de toda a área degradada encontram-se classificados como degradação média; 29,54% como degradação alta e o restante como degradação baixa. O resultado mostra, também, que na classe degradação alta encontram-se somente atividades de extração de arenito e areia e que a extração de areia é a atividade que mais degrada o solo na região, como atividade de mineração. O mapa do grau de degradação ambiental das áreas de mineração resultante mostra a distribuição espacial das áreas de acordo com a classe crítica a que pertencem, o que poderá ser utilizado como instrumento ou ferramenta, para os órgãos ou responsáveis, para programas e política de gestão e controle ambiental destas áreas. Ressalta-

se que a classe degradação alta representa as áreas de degradação mais críticas, nas quais deverão ser tomadas as medidas de controle e recuperação ambiental com mais urgência.

Considerando o objetivo principal deste estudo, o mapa Cartografia da Degradação Ambiental pela Extração de Minerais de Uso na Construção Civil na Região de Manaus aponta que a maioria das atividades de mineração ativas está concentrada na área rural; os empreendimentos de mineração estão localizados, geralmente, na categoria de uso antropizada, atingindo muito pouco as áreas de floresta primária; a antropização e a localização das atividades de mineração seguem uma dinâmica que está condicionada principalmente às vias de acesso local mais próximas da área urbanizada; a maioria das áreas degradadas pela mineração são classificadas como degradação média (cor branca no mapa); as áreas classificadas como degradação alta (cor vermelha), geralmente, são mais extensas, o que deveria chamar a atenção das autoridades competentes e responsáveis pela gestão destas áreas.

6.2. RECOMENDAÇÕES

Nas observações de campo constatou-se que, nas áreas de mineração abandonadas, todas exploradas na clandestinidade, a degradação persiste em razão destas áreas continuarem sem a vanguarda de um projeto ou programa ambiental ou de recuperação, o que merece uma certa atenção do poder público em responsabilizar o minerador responsável pela extração mineral ou o proprietário da terra que o autorizou a realizar a extração.

Segundo Silva, J. R. C. (2005), em sua dissertação de mestrado na Universidade Federal do Amazonas, existem três fatores interligados que condicionam o atual estágio da situação da degradação ambiental pela mineração de areia na microbacia do Igarapé do Mariano. Segundo este autor:

A vulnerabilidade ambiental na microbacia do Mariano consiste na somatória de três fatores: 1) oriundo do empreendedor que não cumpre o PRAD, deixando as praças de lavras sem a devida recuperação ou reabilitação; 2) a falta de fiscalização intensiva dos órgãos ambientais e sua ineficiência no cumprimento da Lei, por não exigirem dos empreendedores a reabilitação ou recuperação da área degradada, tornam-nos coniventes da situação; 3) a alteração em que ficou submetida à área tende a uma nova configuração afetando a estabilidade preexistente propiciando as perturbações emergentes que geram impactos ambientais sucedendo uma cadeia de eventos negativos.

Com relação aos empreendimentos recentes ou novos empreendimentos, constatou-se no trabalho de campo desta dissertação, em sua maioria, a baixa resiliência das espécies, ou seja, a dificuldade que a vegetação tem para se estabelecer ou prosperar, e que esta situação está ligada:

1. ao não cumprimento efetivo dos PRADs;
2. ao não tratamento adequado do substrato do solo: em condições adequadas de compactação; fertilidade adequada para receber as primeiras espécies;
3. à falta de proteção do solo com espécimes de vegetação rasteira e arbustiva;
4. à ausência ou escolha inadequada de vegetação pioneira no início do replantio;
5. à falta de acompanhamento técnico capacitado na realização dos serviços de recuperação;
6. à falta de manutenção e reposição dos espécimes plantados;
7. à falta de obras de contenção dos processos erosivos.

Percebe-se, claramente, que nos empreendimentos recentes, os mineradores realizam a “recuperação” das áreas, mas não executam as ações acima, que são consideradas por este autor imprescindíveis para uma recuperação prosperar como tal.

Com base nas observações acima, recomenda-se que, em áreas de recuperação na região de Manaus, seja obrigatório:

- o condicionamento ou recomposição da fertilidade do substrato do solo, imediatamente após a lavra, seguida da proteção deste com plantio de vegetação rasteira e arbustiva para todos os projetos de recuperação, em razão das condições de acidez e fertilidade do solo, ações não realizada pelo mineradores. Estas ações resolveriam muitos problema de erosão atualmente existentes nas áreas mineradas, fortemente influenciadas pelas condições climáticas (muita chuva) da região;
- um monitoramento mais eficiente, por parte do órgão ambiental, com relação à entrega do Relatório de Monitoramento e Controle Ambiental – RMCA, seguida de visita ao local para constatação das informações prestadas pelo minerador;
- encaminhar denúncia-crime, contras os mineradores, ao Ministério Público, quando os resultados de recuperação das áreas mineradas não forem satisfatórios para o órgão ambiental.

REFERÊNCIA

- ABREU, F. C. S. de. **Monorrestituição de imagem de alta resolução Quickbird II apoiado no MDE obtido com dados do sistema laser scanner**. Dissertação de Mestrado. Ciências Geodésicas/Universidade Federal do Paraná Curitiba, 2005. 73p. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/handle/1884/10936>>. Acesso em: 16 out. 2007.
- AGUIAR, Francisco Evandro Oliveira. **As alterações Climáticas em Manaus no Século XX**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro/PPGG, 1995. 183 p.
- ALBUQUERQUE, O.R. Reconhecimentos geológicos no vale do Amazonas. Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, n0. 3, 84p, 1922.
- ANJOS, R. S. A. dos. **Cartografia e Dinâmica Territorial: O Mapa Imagem Multitemporal do Distrito Federal do Brasil**. In: GeoDigital 96 – Simpósio Internacional sobre Novas Tecnologias Digitais em Geografia e Cartografia, São Paulo. 1996.
- ARAÚJO, D. L. de. **O emprego de técnicas de sensoriamento remoto e de sistema de informações geográfica para a avaliação do uso do solo: o sudoeste baiano**. Dissertação de Mestrado. Centro de Desenvolvimento Sustentável/Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/Universidade de Brasília. Brasília: 2001, 162p.
- ARAÚJO, P. C. de et all.. **Aplicação do método multi-critério em sistemas de informação geográfica na escolha de locais para a disposição de resíduos sólidos no Município de Americana-Sp**. Americana. 13p.
- ARCHELA, R. S. **Abordagem metodológica para a cartografia ambiental**. 2005. Disponível em: <<http://moliviapaula.blogspot.com/>>. Acesso em: 28 jul. 2007.
- ARCHELA, R. S. **Correntes da cartografia teórica e seus reflexos na pesquisa brasileira**. Projeto Bibliografia da Cartografia: bibliografias comentadas. 2007a. Disponível em: <<http://br.geocities.com/cartografiatematica/textos/Teoric.html>>. Acesso em: 28 jul. 2007.
- ARCHELA, R. S. **Discussão crítica sobre o trabalho de Maria Elena Ramos Simielli**. 2007b. Disponível em: <<http://moliviapaula.blogspot.com/>>. Acesso em: 28 jul. 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9935: agregados: terminologia**. Rio de Janeiro, 2005.
- BARBOSA, L.M.(coord.). **Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo: Matas ciliares do interior paulista**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006.

- BENTO, A. H. **Mapeamento geotécnico da área urbana de Manaus-AM.** Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências do Ambiente/Universidade Federal do Amazonas. Manaus: 1998, 182p.
- BITAR, Omar Yazbek. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na Região Metropolitana de São Paulo.** São Paulo: 1997. 185p. Tese (Doutorado) - Departamento de Engenharia de Minas/Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- BIZZI, L., SCHOBENHAUS, C., GONÇALVES, J.H., BAARS, F.J., DELGADO, I.M.O., ABRAM, M.B., LEÃO NETO, R., MATOS, G.M.M., SANTOS, J.O.S. 2001. Mapa geológico do Brasil. Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: sistemas de informações geográficas-SIG. Mapas-Escala 1:2.500.000. CPRM, Brasília, registro digital. 4 CD-Rom.
- CÂMARA, G.; CASANOVA, M. A.; HEMERLY, A. S.; MAGALHÃES, G. C. e MEDEIROS, C. M. Anatomia de sistema de informação geográfica. Rio de Janeiro, 1996. 194p.
- CATELANI, C. de S., BATISTA, G. B. e PEREIRA, W. F. **Integração de Dados para a Recuperação de Áreas Degradadas.** IN: Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05 - 10 abril 2003, INPE, p. 1755 – 1757.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. **Projeto Grande Manaus: Relatório final da 1ª fase.** Interno. Manaus: 1996. Relatório Técnico. 21p.
- CORRÊA, R. S. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração no cerrado: Manual para revegetação.** Brasília: Universa, 2006. 187p.
- CORRÊA, S. C. e BAPTISTA, G. M. M.(orgs.). **Mineração e áreas degradadas no cerrado.** Brasília: Universa, 2004. 172p.
- COSTA, R.C.R., NATALI FILHO, T., OLIVEIRA, A.A.B. Geomorfologia da Folha SA.20-Manaus. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radambrasil. Folha SA.20-Manaus. Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro: MME/DNPM, 1978. v. 18, cap. 2, p. 165-244.
- CUNHA, P.R.C., GONZAGA, F.G., COUTINHO, L.F.C., FEIJÓ, F.J. **Bacia do Amazonas.** Boletim de Geociências da Petrobrás, v. 8, nº. 1, p. 47-55, 1994.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL - DNPM e GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de São Paulo: Diagnóstico e Diretrizes.** São Paulo, Rio de Janeiro, 1980. 59p.
- DIAMOND, Mason Jared. **Collapso.** Ed. Record, 2005. Resenha de: NATÉRCIA, Flávia. **Colapso: como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso.** Disponível em: <<http://www.comciencia.br>>. Acesso em: 5 jul. 2007.

- DIGITALGLOBE, Inc. QuickBird Imagery Products: product Guide. Colorado-EUA. 77p.
Disponível em: www.digitalglobe.com. Acesso em: 15 nov. 2007.
- EIRAS, J.F., BECKER, C.R., SOUZA, E.M., GONZAGA, F.G., SILVA, J.G.F., DANIEL, L.M.F., MATSUDA, N.S., FEIJÓ, F.J. **Bacia do Solimões**. Boletim de Geociências da Petrobrás, v. 8, n0. 1, p. 17-45, 1994.
- FARIAS, Carlos Eugênio Gomes. **Mineração e meio ambiente no Brasil**. Relatório Preparado para o CGEE/PNUD. 2002. 39p.
- GOMES, M. C. A. **Velhos mapas, novas leituras: revisitando a história da cartografia**. GEOUSP – Espaço e Tempo, N°16. São Paulo, 2004. p. 67-79.
- GUIMARÃES, R. F. **Sistema de Informação Geográfica**. Notas de Aula. GEA/UnB, 2006.
- HORBE, A.M.C., NOGUEIRA, A.C.R., HORBE, M.A., SUGUIO, K. A laterização na gênese das superfícies de aplanamento da região de Presidente Figueiredo, Balbina, nordeste do Amazonas. In: COSTA, M. L., ANGÉLICA, R.S. Contribuições à Geologia da Amazônia. 1a. ed. Belém: FINEP/SBG Núcleo Norte, 1997. Cap. 5, v. 2, p. 145-76.
- HOWARD, A.D. Drainage analysis in geologic interpretation: A summation. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 51, n0. 11, p. 2246-59, 1967.
- IMAGEM: **Soluções de Inteligência Geográfica**. Disponível em: www.img.com.br/marketing/intersat/folder_img_satelite2.pdf. Acesso em: 16 out. 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Manual Técnico de Noções Básicas de Cartografia**. Fundação IBGE, 1989.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. IBGE – **Cidades**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat> >. Acesso em: 25 maio 2007.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. **Mineração & Municípios: Bases para planejamento e gestão dos recursos minerais**. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica Ltda., 2003. 177p.
- LE SANN, Janine Gisele. **Documento Cartográfico: Considerações Gerais**. Revista Geografia e Ensino, Belo Horizonte, Ano 1, n° 3, p3-17, março de 1983.
- LIMA, A. L. **Áreas restritivas à ocupação urbana na região administrativa de Sobradinho – DF**. Dissertação de Mestrado. Centro de Cartografia Aplicada à Informação Geográfica/Departamento de Geografia/Universidade de Brasília. Brasília: 2003, 118p.
- MINISTÉRIO DA DEFESA - Exército Brasileiro-Estado Maior do Exército. **Manual técnico T34-700-Convencões Cartográficas (1ª Parte): Normas para o Emprego dos Símbolos**. 2ª ed. 1998. 109p.

- , Manual técnico T34-700-**Convenções Cartográficas (2ª Parte): Catálogo de Símbolos**. 2ª ed. 2000. 69p.
- MONMONIER, M. S. **A comunicação cartográfica**. In Princípios de Cartografia Básica. Traduzido por Noeli Vittori Anderson e Paulo Frederico Hald Madsen. 1982. 83p.
- MORAES, J. F. L. e et all. **Técnicas de geoprocessamento na definição de diretrizes de políticas públicas para fins de planejamento agroambiental**. IN: Anais X SBSR. Foz do Iguaçu, 2001. INPE. p. 947-953. Sessão Oral.
- MOURA FILHO, J. **Elementos de Cartografia: Técnica e Histórica**. Belém, Falangola editora, 1993. V. 1.
- NASCIMENTO, D.A., MAURO, C.A., GARCIA, M.G.L. Geomorfologia da Folha SA.21-Santarém. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radambrasil. Folha SA.22-Santarém. Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro: MME/DNPM, 1976. v. 10, cap. 2, p. 131-98.
- NAVA, D. G. **Projeto Grande Manaus**. Manaus, 1996. 21p.
- PEDRO, P. C. **Ortorretificação de imagens de alta resolução Ikonos e QuickBirds utilizando modelo APM (Affine Projection Model)**. Dissertação de Mestrado. Ciências Geodésicas/Universidade Federal do Paraná Curitiba, 2005. 140p. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/handle/1884/10936>>. Acesso em: 16 out. 2007.
- PEREIRA, A. e TOMAZZOLI, E. R. **Estudo e mapeamento das explorações minerais ativas e inativas na porção Centro-Norte da Ilha de Santa Catarina-Brasil-SC**. 3º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica. Florianópolis, 1998. 10p.
- PINHEIRO, E. S. Avaliação de imagens Quickbird na análise geográfica de um setor da Mata Atlântica do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. INPE. São José dos Campos, 2003. 183p.
- PIRES, J. de L. e SANTOS, G. T. **Mapeamento e cadastramento de áreas degradadas pela extração mineral no Município de São José**. IN: 3º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica. Florianópolis, outubro de 1998.
- PREFEITURA DE MANAUS. **Geo Manaus: Relatório Urbano Ambiental Integrado**. Projeto Geo Cidades. Manaus, 2002. 185p.
- PREFEITURA DE MANAUS. **Lei Orgânica do Município de Manaus**. Manaus: Câmara Municipal de Manaus, 2005. 189p.
- RAMOS, P. R.; FLORENTIN, C.; LOCH, C. **Fotogrametria: a base para o mapeamento**. In COBRAC 2004 – Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. UFSC Florianópolis – 10 a 14 de outubro de 2004.

- ROQUE, W. V. **Mapeamento geoambiental da área urbana de Manaus – AM**. Dissertação de Mestrado. Geotecnia/Departamento de Engenharia Civil/Universidade de Brasília. Brasília, 2006. 162p.
- SANTOS, S.; PINA, M. F de; CARVALHO, M. S. **Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde**. Brasília, 2000. 121p.
- SILVA, C. L. **Análise da tectônica cenozóica da região de Manaus e adjacências**. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas/Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2005. 306p.
- SILVA, C. L. e et all. **Análise morfotectônica da região sudoeste de Manaus por meio de Modelo Digital de Terreno**. In: Simp. Geol. Amaz., 8, Manaus. Manaus, 2003, Resumos Expandidos, 1 CD-ROM.
- SILVA, J. R. C. da. **Análise dos impactos ambientais ocasionados pela exploração de recursos minerais na área do igarapé do Mariano no Município de Manaus-AM**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geociências/Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2005. 139p. 1 CD-ROOM
- SISTEMA DE PROTEÇÃO DA AMAZÔNIA – SIPAM. **Vegetação: Relação dos Domínios**. Manaus, 2001. 1 CD-ROOM.
- SOUZA, J. N. de. **Gestão da rede de águas com o apoio do sig no município de São José/SC**. 1999. 152 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.
- TEIXEIRA, C. V. E. e De CASTRO, C. E. **Geoprocessamento no licenciamento ambiental: Estudo de Caso-Mineração**. Brasília. 9p.
- TERRA VIVA. **Mineração tem impactos econômicos e sociais**. Reportagem. 2005. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/2005/11/03.shtml>>. Acesso em: 10 maio 2007.
- VARA ESPECIALIZADO DO MEIO AMBIENTE E QUESTÕES AGRÁRIAS-VEMAQA (AMAZONAS). **Legislação ambiental brasileira**. 5ª ed. Manaus: 2004. 239p.
- ZIMBACK, C. R. L. **Cartografia**. Grupo de Estudos e Pesquisas Agrárias Georreferenciadas – GEPAC/FAC-UNESP. Botucatu-SP, 2003. 22p.

ANEXOS

ANEXO A – Danos ambientais pela mineração, manifestações ou efeitos, causas e medidas de controle.

ANEXO A1 - Atividades minerárias, seus danos, suas causas e as medidas de mitigação, compensatórias e de monitoramento necessárias para o controle ambiental de um empreendimento minerário.

Meio	Causa	Danos Potenciais		Manifestação ou Efeito	Medidas de Controle (ANEXO A2)
		Primeira Ordem	Secunda Ordem		
Meio Físico	Exposição do solo; criação de superfícies sem proteção do solo; decapamento da jazida.	Exposição e/ou remoção e desestruturação do solo ou supressão da vegetação	Erosão pela água; Baixa fertilidade do solo.	Sulcos, ravinhas, voçorocas e <i>piping</i> (erosão interna); baixa produtividade agrícola ou sucesso negativo nos plantios; Impacto visual.	
		Intensificação do processo erosivo.	Deposição de partículas sólidas	Assoreamento e turvamento das águas.	
		Assoreamento.	Transbordamento de cursos d'água.	Inundação; prejuízos à comunidade.	
	Lavra; corpos de Bota-fora; pilha de estéril e bacias de decantação de rejeitos.	Taludes íngrimes e instáveis; detonações de explosivos.	Escorregamento.	Movimentação rápida de massa de solo ou de rocha, podendo causar danos em cursos d'água ou habitações; eventualmente, ferimentos e óbito	
		Taludes íngrimes e instáveis, detonações de explosivos.	Movimento de blocos.	Queda ou rolamento de blocos e deslocamento de rocha; eventualmente, ferimentos e óbitos.	
		Cavas, Pilhas de estéril ou bota-fora		Impacto Visual	
	Desmatamento; lavra.	Supressão da vegetação, supressão de camada armazenadora de água, criação de camada semi-impermeável ou compactada.	Mudança no regime hídrico subterrâneo.	Aumento no escoamento superficial; diminuição na quantidade de água infiltrada e armazenada, rebaixamento do lençol freático; menor acesso aos recursos hídricos subterrâneos.	

ANEXO A1 (Cont.) - Atividades minerárias, seus danos, suas causas e as medidas de mitigação, compensatórias e de monitoramento necessárias para o controle ambiental de um empreendimento minerário.

Meio	Causa	Danos Potenciais		Manifestação ou Efeito	Medidas de Controle (ANEXO A2)
		Primeira Ordem	Secunda Ordem		
Meio Físico	Desmatamento; lavra.	Supressão da vegetação, assoreamento, captação em curso d'água e instalações de barreiras de contenção	Mudança no regime hídrico superficial.	Assoreamento e turvamento de cursos d'água.	
	Lavra	Bacia de decantação não adequada; erosão; lixo; poços; reagentes; manutenção e abastecimento; vazamento de motores; descarte inadequado de óleo; efluentes da lavagem de veículo; disposição inadequada de objetos sujos com óleo e fossas.	Interações físico-químicas e bacterianas no solo e nas águas.	Poluição das águas: física - material em suspensão e a contaminação química e biológica das águas e do solo: manchas de óleo e alteração de parâmetros biológico e químico.	
	Decapeamento; lavra; transporte.	Desagregação e remoção de fragmentos e partículas: ação do vento e força da gravidade sobre superfícies expostas: pilhas de rejeitos, estéril e estocagem de produtos.	Erosão eólica.	Aumento de quantidade de partículas sólidas na atmosfera.	
		Pilhas de rejeitos, de estéril e produtos; funcionamento de motores; perfuração; transporte de minério; transporte com a carga descoberta, detonação, britagem e carregamento de minério.	Poeiras e gases na atmosfera.	Comprometimento da qualidade do ar, deposição de partículas sólidas finas sobre a vegetação e residências, incômodo aos que vivem nas redondezas.	

ANEXO A1 (Cont.) - Atividades minerárias, seus danos, suas causas e as medidas de mitigação, compensatórias e de monitoramento necessárias para o controle ambiental de um empreendimento minerário.

Meio	Causa	Danos Potenciais		Manifestação ou Efeito	Medidas de Controle (ANEXO A2)
		Primeira Ordem	Secunda Ordem		
Meio Físico	Lavra e transportes	Detonações (deslocamento de ar), funcionamentos de equipamentos e motores.	Ruídos.	Riscos e incômodos ao homem: fadiga auditiva, surdez, elevação da tensão arterial, alteração nos ritmos cardíacos e respiratórios, câimbras, espasmos, hipertonia, redução da campo visual, redução na percepção de cores, perturbação do sono e irritabilidade.	
	Lavra	Detonações (propagação da onda de choque) para o desmonte de maciços.	Sismos ou vibrações	Geração de tremores, rachaduras em edificações, desconforto físico, ferimentos/mortes por quedas de blocos.	
Meio Biótico	Desmatamento	Supressão da vegetação	Solo nu; erosão; perda de habitat e abrigo para a fauna e a quebra na cadeia alimentar; extinção de espécie.	Supressão da vegetação, erosão, Dispersão da fauna. Impacto visual	
		Perda de habitat, ruídos, circulação de veículos e equipamentos.	Perturbação e incômodo à fauna.	Morte por atropelamento; morte por destruição de nichos e tocas; dispersão da fauna.	
Meio Antrópico	Transporte e de produto e de insumos.	Prejuízos à trafegabilidade ou trânsito nas vias de acessos ou ruas		Congestionamento das vias; acidentes de trânsito e danos ao pavimento (buracos, poças).	
	Desmatamento, decapamento e beneficiamento	Alteração da paisagem	Impacto visual	Percepção de uma imagem negativa do empreendimento por aquele que vê o impacto.	

ANEXO A2 - Efeitos de danos ambientais pelas atividades de mineração e possíveis medidas de mitigação e de monitoramento necessárias para o controle ambiental.

Manifestação do Dano ou Efeito	Medidas de Controle	
	Mitigação	Monitoramento (periódico)
(EROSÃO). Sulcos, ravinas, voçorocas e <i>piping</i> Impacto Visual	(1) Decapeamento concomitante ao desmonte e registrar a data de execução; (2) Retirar e armazenar o solo logo após o desmatamento para posterior uso; (3) Instalar sistema de drenagem a montante da área decapeada e nas vias de acesso; (4) Dar manutenção no sistema de drenagem; (5) Estocar o solo orgânico, material estéril e a vegetação em leiras separadas de no máximo 1,5 m de altura e 2 m de largura e revesti-los com leguminosas forrageiras para posterior utilização; (6) Possibilitar o retaludamento, sistema de drenagem e a revegetação concomitante ao avanço da lavra; (7) Construir pilhas de bota-fora, corpo de barragem de rejeito ou bacias de decantação em locais não sujeitos à inundação;	(1) Acompanhar o decapeamento; (2) Verificar o sistema de drenagem (sulcos paralelos às canaletas indicam falhas no sistema); (3) Acumulação de lixo ou sedimentação indica necessidade de limpeza; (4) Acompanhar sistematicamente os avanços do decapeamento e da lavra para verificar se estes estão obedecendo o plano de lavra ou infringindo a legislação; (5) Verificar se não está ocorrendo carreamento de material das leiras ou pilhas de estoque de solo orgânico, material estéril e vegetação; (6) Observar o desempenho (fluxo e tratamento) do sistema de drenagem das barragens de rejeito ou bacias de decantação;
Perdas de sedimento a partir de bacias de rejeitos líquidos; do beneficiamento; e transporte de polpas; Assoreamento e turvamento das águas.	(1) Utilizar água em circuito fechado; (2) Construir sistema de barragens seguido de bacias de decantação; (3) Reutilizar águas destas bacias no desmonte; (4) Construir pátios de estocagem em local não sujeito à inundação, com sistemas de águas pluviais ao seu redor e redirecionar a bacias de decantação; (5) avaliar o assoreamento nas bacias de decantação e drenagens frente a possíveis transbordamentos; (6) Afastar a extremidade de lançamento de tubulações das bordas das bacias de decantação para evitar desbarrancamentos; (7) Observar o funcionamento de tubulações e canaletas de transportes de polpas com relação a vazamentos.	(1) Verificar o sistema de reutilização de água em circuito fechado; (2) Verificar o sistema de captação e condução da água proveniente de vertedouros de barragens de rejeito ou bacias de decantação, para identificar eventuais perdas e acumulação de sedimentos; (3) Ter mais atenção em épocas de chuva intensa o desempenho dos sistemas de drenagens das pilhas de estocagem; (4) Observar as tubulações e canaletas, para identificar pontos de vazamento; (5) Verificar os elementos que transpõem cursos d'água (dutos e pontes), para verificar vazamentos ou lançamentos de sedimentos ou partículas.
Inundação; prejuízos à comunidade.		

(ANEXO A2) (Cont.) - Efeitos de danos ambientais pelas atividades de mineração e possíveis medidas de mitigação e de monitoramento necessárias para o controle ambiental.

Manifestação do Dano ou Efeito	Medidas de Controle	
	Mitigação	Monitoramento (periódico)
Movimentação rápida de massa de solo ou de rocha, podendo causar danos em cursos d'água ou habitações; eventualmente, ferimentos e óbito	(1) Priorizar o desmonte de taludes instáveis; (2) Estabilizar os taludes dentro ou fora do empreendimento; (3) Remover blocos de rocha instáveis na frente de lavra; (4) Conhecer as propriedades geológico-geotécnicas do terreno para construção de pilhas de estéril e barragens de rejeito ; (5) Preparar a fundação construção de pilhas de estéril e barragens de rejeito com a retirada da vegetação e solo orgânico ; (6) Instalar drenos naturais na base das pilhas de estéril e em seu interior; (7) dimensionar adequadamente as barragens de rejeito frente às cargas de sedimentos direcionadas e à precipitação pluvial local; (8) Não construir pilhas de estéril sobre corpo d'água ou em faixas de APP; (9) Dar manutenção no sistema de drenagem das pilhas de estéril e das barragens de rejeito, retirando os sedimentos e restos vegetais;	(1) Acompanhar a estabilidade das pilhas de estéril e das barragens de rejeito, por meio da observação de indícios de processos de escorregamento – trincas, abatimento de superfícies; (2) Instalar piezômetros e marcos topográficos para acompanhar a estabilidade das pilhas de estéril e barragens de rejeitos; (3) Observar o desempenho dos drenos das pilhas de estéril – saída do dreno sempre seca, é indício de entupimento, o que pode significar risco; (4) Programar limpeza nos sistemas de drenagem das pilhas de estéril e das barragens de rejeitos;
Queda/rolamento de blocos e deslocamento de rocha; eventuais, ferimentos e óbitos.	(1) Como medida compensatória, executar serviços de terraplanagem em conformidade com a geomorfologia local ou com o uso futuro pretendido; (2) Executar sistema de drenagem, antes de qualquer plantio; (3) Implantar terraceamento em curvas de nível; (4) Espalhar o solo orgânico e a vegetação sobre a área terraplanada somente nas vésperas do plantio da vegetação;	(1) Observar a existência de áreas instáveis e passíveis de erosão; (2) Observar se o sistema de drenagem e o terraceamento estão sendo realizados em curvas de nível;
Impacto Visual	(1) Avaliar a disponibilidade hídrica do lençol freático e as possíveis mudanças de rebaixamento ou elevação deste; (2) Apoiar, no que for possível, as comunidades locais com relação a possíveis aprofundamento de poços de abastecimento, quando ocorrer o rebaixamento do lençol freático, ou para recompor o revestimento sanitário do poço, quando ocorrer a elevação o lençol freático, e com relação à necessidade de irrigação de áreas de agricultura afetadas;	(1) Acompanhar a variação do nível do lençol freático em poços de captação ou em piezômetros construídos em locais adequados; (2) Realizar a análise da água subterrânea; (3) Verificar a quantidade de água bombeada no poço;
Maior vazão superficial; menor volume de água infiltrada no solo, rebaixamento do lençol freático; menor acesso aos recursos hídricos subterrâneos.		

(ANEXO A2) (Cont.) - Efeitos de danos ambientais pelas atividades de mineração e possíveis medidas de mitigação e de monitoramento necessárias para o controle ambiental.

Manifestação do Dano ou Efeito	Medidas de Controle	
	Mitigação	Monitoramento (periódico)
Assoreamento e turvamento de cursos d'água.	(1) Avaliar volume hídrico a ser bombeado e condições ambientais dos cursos d'água; (2) Não implantar pilhas de estéril ou tipos de estrutura semelhante em linhas de escoamento superficial;	(1) Averiguar a quantidade de água bombeada e a qualidade (aparência) da água superficial;
Poluição das águas: física - material em suspensão e a contaminação química e biológica das águas e do solo: manchas de óleo e alteração de parâmetros biológico e químico.	(1) Implantar sistema de drenagem ao redor de oficinas e de unidades de abastecimento, seguidos de caixas separadoras de água e óleo; (2) Manipular de forma adequada combustíveis e lubrificantes; (3) Dar manutenção preventiva nos veículos e motores para evitar vazamentos; (4) Acondicionar óleo usado em tambores para posterior destino final; (5) Implantar tanques de combustível em superfície dentro de estrutura de alvenaria para reter vazamentos; (6) Dar tratamento adequado aos sedimentos retirados da caixa separadora de água e óleo ou contratar empresa habilitada; (7) Dar tratamento e destino final adequados a panos, estopas e sucatas sujos com óleos e graxas; (8) Instalar sistema de Fossa e Sumidouro, conforme NBR 7229(ABNT, 1993b), para o esgoto sanitário; Implanta sistema de Coleta Seletiva para o lixo e descartá-lo de forma adequada; (9) Implantar proteção sanitária nos poços de captação de água subterrânea, conforme a norma;	(1) Verificar mancha de óleo próximo de oficinas e nas margens de sistemas de drenagem; (2) Avaliar a forma de manipulação de substâncias poluentes, combustível, graxas e óleos pelos funcionários; (3) Observar os veículos nas garagens frente a possível vazamento; (4) Observar o descarte de óleo usado, panos e objetos sujos com graxa e óleo; (5) Analisar o desempenho da caixa separadora de água e óleo (CSAO); (6) Verificar o tanque de estocagem de óleo e a estrutura retentora; (7) Verificar se os sedimentos retirados das CSAO estão sendo tratados adequadamente; (8) Observar a habilitação das empresas contratadas para dar tratamento final aos resíduos; (9) Ter ciência dos resultados de análises de água de poços e cursos d'água próximos de fossas sépticas, pilhas de estéril e de tanques de estocagem de combustível, para averiguar contaminação; (10) Averiguar registros de manutenção dos motores a respeito de vazamentos;
Aumento de quantidade de partículas sólidas na atmosfera.	(1) Perfurar rocha a úmido ou com perfuratriz com coletor de pó; (2) Não detonar quando o vento estiver soprando no sentido de habitações; (3) Aspergir água sobre material fragmentado logo após a detonação; (4) Implantar barreira ou cortina vegetal entre cavas, área de beneficiamento e pilhas de estocagem, e habitações; (5) Na britagem, aspergir água sobre os blocos de rocha na entrada do britador, e sobre os pontos de transferências das correias (6) Aspergir água sobre os acessos não-pavimentos dentro e fora do empreendimento; (7) Realizar manutenção periódica em todos os equipamentos, conforme orientação do fabricante; (8) Não deixar os caminhões saírem com cargas descobertas;	(1) Observar diretamente eficiência da perfuração a úmido ou da perfuratriz com coletor de pó; (2) Avaliar, antes da detonação, a direção do vento por meio de "birutas"; (3) Observar diretamente o umedecimento dos blocos de rocha detonados; (4) Avaliar diretamente o desempenho das cortinas vegetais; (5) Observar diretamente a aspersão de água na britagem e sobre os acessos; (6) Avaliar os registros de manutenção dos equipamentos; (7) Observar diretamente os equipamentos em funcionamento para detectar os casos de emissão excessiva de partículas; (8) Verificar diretamente se os caminhões estão saindo com as cargas cobertas;

(ANEXO A2) (Cont.) - Efeitos de danos ambientais pelas atividades de mineração e possíveis medidas de mitigação e de monitoramento necessárias para o controle ambiental

Manifestação do Dano ou Efeito	Medidas de Controle	
	Mitigação	Monitoramento (periódico)
Riscos/incômodos ao homem: fadiga auditiva, surdez, elevação da tensão arterial, alteração nos ritmos cardíacos/respiratórios, câibras, espasmos, hipertonia, perturbação do sono/irritabilidade, etc.	(1) Implantar barreira acústica entre o empreendimento e habitações, ex: cinturão vegetal com cerca de 30 m de largura, e leiras construídas com fragmentos de rochas e solo; (2) Realizar detonações em horários fixos e de conhecimento da comunidade; (3) Comunicar a comunidade eventual mudança de horário da detonação; (4) Implantar barreiras acústicas ao redor das principais fontes de ruídos; (5) Adotar equipamentos com acessórios para redução de ruídos, ex: peneiras emborrachadas; (6) Evitar o funcionamento do empreendimento em dias e horários inadequados, tais como feriados e a noite;	(1) Realizar medições do nível de ruídos nas dependências do empreendimento e nas habitações mais próximas; (2) Averiguar quanto a possíveis incômodos causados aos vizinhos pelo funcionamento do empreendimento;
Geração de tremores, rachaduras em edificações, desconforto físico, ferimentos/mortes por quedas de blocos.	(1) Dimensionar os planos de fogo em conformidade com as propriedades do explosivo, ex: velocidade de detonação, força, produção de gases e sensibilidade, e das características da rocha, ex: intensidade de fraturamento, densidade e presença de água, de forma a não proporcionar uma carga excessiva de explosivo; (2) Se for o caso, substituir as detonações por técnicas ambientalmente adequadas, como a utilização de rompedor hidráulico para desagregar e quebrar blocos de rocha; (3) Observar e documentar, nas edificações vizinhas, antes do início do empreendimento, a existência de rachaduras nas paredes;	(1) Questionar e Observar diretamente os impactos ou vibrações sentidas nas edificações vizinhas; (2) Questionar diretamente aos proprietários de edificações que necessitaram de reparos se estes ficaram satisfeitos os resultados; (3) Observar possíveis danos nas edificações vizinhas, rachaduras decorrentes de detonações;
Supressão da vegetação; Erosão; Dispersão da fauna.	(1) Suprimir a vegetação somente na área planejada para o desenvolvimento da atividade; (2) Suprimir a vegetação somente na área autorizada pelo órgão ambiental; (3) Realizar o decapeamento da jazida de acordo com o avanço da lavra; (4) Não suprimir a vegetação nas faixas de APP; Não tocar fogo na vegetação; (4) Como medida compensatória, recompor, de preferência com vegetação nativa, as áreas degradadas em conformidade com o avanço da lavra;	(1) Acompanhar a remoção da vegetação, para que a retirada seja em conformidade com o planejado e aprovado pelo órgão ambiental; (2) Verificar diretamente se a remoção da vegetação está sendo realizada em conformidade com o avanço da lavra; (3) Acompanhar o desenvolvimento do plantio, para verificar a ocorrência de perdas de solo ou erosão e dos insucessos do plantio;

(ANEXO A2) (Cont.) - Efeitos de danos ambientais pelas atividades de mineração e possíveis medidas de mitigação e de monitoramento necessárias para o controle ambiental

Manifestação do Dano ou Efeito	Medidas de Controle	
	Mitigação	Monitoramento (periódico)
Morte por atropelamento; Morte por destruição de nichos e tocas; dispersão da fauna.	(1) Não remover a vegetação em período de procriação de animais, ex: quando tocas ou ninhos estiverem com filhotes ou ovos; (2) As medidas citadas para ruídos; (3) Colocar placas nos acessos, alertando os motoristas sobre a presença de animais e para trafegarem com baixa velocidade;	(1) Verificar as datas de ocorrência de procriação de animais silvestres para conciliar com o desmatamento; (2) Registrar as ocorrências de atropelamento de animais silvestres por veículos do empreendimento, dentro ou fora do empreendimento;
Congestionamento das vias; acidentes de trânsito e danos ao pavimento (buracos, poças).	(1) Oferecer cursos/orientações aos motoristas para que trafeguem com caminhões em baixa velocidade, principalmente próximo a aglomerações urbanas; (2) Aproveitar o período de estiagem para executar os principais reparos nos acessos ou aqueles que necessitam de maior espaço de tempo; (3) Executar reparos nos acessos logo após o surgimento do dano; (4) Executar sistema de drenagem nas vias de acesso, conforme o caso necessitar e conforme a exigência do órgão ambiental;	(1) Percorrer as vias de acesso para verificar suas condições de trafegabilidade e identificar trechos que necessitam de reparos; (2) Consultar a comunidade para verificar incômodos ou riscos causados pelas velocidades dos caminhões, bem como quanto aos resultados dos reparos realizados nas vias de acesso; (3) Participar das reuniões da associação comunitária para cientificar-se de seu posicionamento quanto ao empreendimento;
(Impacto visual) Percepção de uma imagem negativa do empreendimento por aquele que vê o impacto.	(1) Implantar cortina vegetal para servir de anteparo visual, principalmente, ao longo das vias de acesso mais próximas ou nos limites do empreendimento; (2) Como medida compensatória, consolidar a recuperação ambiental da área degradada e melhorar o aspecto visual de área de uso público do município, de preferência indicada pelo órgão ambiental;	(1) Percorrer as vias de acesso mais próximas, para verificar, a partir delas, o aspecto visual do empreendimento; Acompanhar as melhorias realizadas em áreas de uso público; (2) Consultar a comunidade local beneficiada pelas melhorias e registrar este resultado; (3) Registrar o antes e depois das área recuperadas.

ANEXO B – Ficha de Campo para Registro das Áreas Degradadas pela Extração de Minerais de Uso na Construção Civil na Região de Manaus.

FICHA DE CAMPO PARA REGISTRO DAS ÁREAS		
1. Identificação e Localização da Área		
Proprietário:		
Localização:		
Nº da área:	Nome da mina:	Data:
Acesso:		
Rotas ou Pontos GPS:		
2. Dados Mina		
Substância Explotada:	Pedologia:	
Geomorfologia:	Geologia: Arqueano complexo granulítico.	
Produção Média:	Preço FOB:	
Ano de Início/Final da Lavra:	Vida útil:	
Contexto SNUC:	Tamanho da Área:	
Situação da Lavra		
<input type="checkbox"/> Ativa <input type="checkbox"/> Inativa <input type="checkbox"/> Clandestina <input type="checkbox"/> Abandonada <input type="checkbox"/> Paralisada p/ órgão		
3. Impactos Potenciais (exploração e pós-exploração)		
Dano	Magnitude	Efeitos
4. Medidas de Recuperação		
Ocupação Atual:		
Conflitos:		
Medidas Mitigadoras Adotadas:		
Medidas de Recuperação Adotadas:		

ANEXO C - Relação de empreendimentos minerários levantados na SEMMA.

PROCESSOS DE LICENCIAMENTO NA SEMMA-MANAUS (fev/2007)					
PROC	EMPRESA	SUBST	ha	USO FUTURO	SITUAÇÃO
ANO 2007					
178	Francisca Lopes da Silva	Areia	5,0	Cultura-permanente	A
179	Cláudia Mª Lopes da Silva	Areia	2,98	Cultura-permanente	I _{la}
ANO 2006					
012	Francisca Lopes da Silva	Areia	1,27	Cultura-permanente	A: 2;3;
069	Alexandre J. Perrone de Almeida	Areia	1,55	Chácara	I _{ni}
088	Djalma de S. Castelo Branco	Saibro	2,0	Emp. Imobiliário	I _{ni}
439	Aldeney Silva Desideri	Areia	1,0	Culturas cíclicas	A: 1; 2
451	Marco Antônio L de Carvalho	Areia	3,25	Reflor	A: 1; 2
879	João Wellington de Medeiros	Areia	1,1	Piscicultura	I _{la}
ANO 2005					
557	Ivair Ferreira	Areia	1,75	Cultura-permanente	I _{la} : 4;
778	Geonorte	Areia	-	-	Rio
899	Hugo Alberto Goellner	Arenito/Areia	2,0	Piscicultura/Reflor	A: 1;4
915	José Alberto Sarkis	Areia	0,53	Cultura-permanente	I _{exa}
951	Adolfo Ferreira de Souza*	Areia	-	-	A
1045	Milton Xavier Cordeiro	Areia	1,09	Cultura-permanente	I _{ni}
1106	Paulo Roberto de O. Souza	Saibro	5,36	Emp. Imobiliário	A: 1; 2; 4
1182	Empar Emprend. e Participações Ltda*	Areia	-	-	I _f : 1; 4
1326	Francisca Lopes da Silva	Areia	2,12	Cultura-permanente	I _{exa} : 1; 2
1357	Feliciano de Melo Mene	Areia	1,0	Emp. Imobiliário	I _{exa} : 1; 2; 5
ANO 2004					
207	Wilson de Lima Justo*	Areia	-	-	I _{exa}
255	Albert Einstein de O. Soares*	Areia	-	-	I _f : 4;
271	Francisca Lopes da Silva	Areia	1,49	Chácara/cpermanente	I _{exa} :1; 2; 6
283	Tatiana Lima de Carvalho*	Areia	-	-	I _{exa}
284	Seinf-Sec de Est. De Inf-Estrutura*	Cascalho	-	-	I _{exa}
317	Felisberto Sarkis C. Filho	Areia	0,96	Cultura-permanente	I _{exa} : 1; 2
600	Moacir F. Torres Junior*	Areia	-	-	-
604	Manuel Lopes da Silva	Areia	1,0	Gramíneas	I _{exa} :1; 2; 4
647	Manuel Lopes da Silva*	Areia	-	-	I _{exa}
656	Francisco da S. Rocha Pinto*	Areia	1,0	-	I _{ni}
ANO 2003					
004	Mercês Materiais de Construção Ltda	Areia	3,0	Cultura-permanente	A: 1; 2
042	Miguel Sales de Moraes*	Areia	-	-	I _{exa}
064	José Cícero de Araújo*	Arenito/Areia	1/6	Cultura-permanente	I _{exa}
120	Antônio A. Gurgel do Amaral	Arenito	2,93	Piscicultura	I _f : 1; 2; 4; 6
158	Rozilda Vieira dos Santos*	Areia	-	Cultura-permanente	I _{exa}
189	Carlos Alberto T. Cortez*	Areia	2,0	-	I _{exa}
267	Felisberto Sarkis C. Filho*	-	-	-	-
271	José Guaracy S. Tupinambá	Areia	1,5	Cultura-permanente	I _{exa}
360	Manuel Lopes da Silva	Areia	4,24	Gramíneas	I _{exa} : 1; 4
110	Paulo Fonte Filho *	Areia	-	-	I _f : 1; 2; 4;
ANO 2002					
178	Associação dos Servidores do SESI*	Areia	-	-	I _{exa}
237	Mário Jorge Ramos de Sá*	Areia	-	-	I
412	Gabriel Bastos da Silva*	Areia	-	-	I
ANO 2001					
052	Antônio José Vieira Júnior*	Areia	-	-	I _{exa}
140	José Alberto Sarkis	Arenito	3,95	Piscicultura	I _f : 1; 2; 4
147	João Alves da Cruz*	Areia	-	-	I
216	Álvaro Guilherme Silva Senna*	Areia	-	-	I _{exa}

PROC	EMPRESA	SUBST	ha	USO FUTURO	SITUAÇÃO
397	Adauto Medeiros da Silva (ftcobrar recp)	Areia	2,0	Reflorestamento	I _{exa} : 1
ANO 2000					
001	S.C.A. de Oliveira*	Areia	-	-	A
128	Rosival Cabral da Silva*	Areia	-	-	I _{exa}
135	José Antônio de Souza Oliveira*	Areia	-	-	I
137	Idalina Matos de Oliveira*	Areia	-	-	I _{exa}
176	Silas Branício*	Areia	-	-	I _{exa}
187	Antônio Costa do Nascimento	Areia	1,0	Cultura-permanente	I _{exa}
237	Adauto Medeiros da Silva	Areia	0,5	Cultura-permanente	I _{exa}
258	Janaína da Silva Brilhante	Areia	1,0	Pesque-pague	I _f : 4; 6
279	Luiz Eduardo de Oliveira Cruz*	Areia	-	-	I _{exa}
357	Richard André Maia*	Areia	-	-	I _{exa}
363	Maria Madalena Vieira de Almeida*	Areia	-	-	I _{exa}
389	José Iranor Pinheiro Landim*	Areia	-	-	I _{exa}
428	Tetoplan Construções Ltda*	Areia	-	-	I _f
446	Moisés Pereira dos Santos*	Areia	-	-	I _{exa}
469	Maria Aparecida Inácio*	Areia	-	-	I
485	Mag Pedras Construções e Comércio*	Areia	-	-	I
171	Mercês Mat. de Construção Ltda	Arenito	5,0	Piscic/Reflorest	A
ANO 1999					
012	Maria de Fátima Cavalcante de Lima*	Areia	-	-	I
017	Renato Targino*	Areia	-	-	I _{exa}
081	Adauto Medeiros da Silva*	Areia	-	-	I _{exa}
100	Transequador Com. e Representações *	Areia	-	-	I _{exa}
163	Manoel Pereira-Seike Ioleta *	Areia	-	-	I _{exa}
236	Bento Fernando Frias Freire*	Areia	-	-	I _{exa}
237	Cleodon Carvalho de Amorim*	Areia	-	-	I _{exa}
247	Ivanilson Batista Correa*	Areia	-	-	I _{exa}
307	Mac Empreendimentos *	Areia	-	-	I
328	Antônio dos Santos*	Areia	-	-	I _{exa}
363	Jarbas Eustáquio Ribeiro Jr*	Areia	-	-	I _{exa}
382	Auricélio Pinto da Silveira*	Areia	-	-	I _{exa}
398	Rádio Tv do AM Ltda*	Areia	-	-	I
400	Maria Salete Leite Barreto*	Areia	-	-	I _{exa}
411	Rita Sales de Lima*	Arenito	-	-	I _f
436	Francisco Vasconcelos Macedo*	Areia	-	-	I _{exa}
511	Time-Publicidade *	Areia	-	-	I _{exa}
538	Mário Marcos Rebello Pontes*	Areia	-	-	I _{exa}
ANO 1998					
118	Mário Marcos Rebello Pontes *	Areia	-	-	I _{exa}
120	Arnaldo Correa da Silva *	Areia	-	-	I _{exa}
149	José Arthur Paixão *	Areia	-	-	I
153	Francisco Holanda Filho*	Areia	-	-	I _{exa}
233	Fernando Manoel de Souza *	Arenito	-	-	I
263	Igreja B. Missionária de Manaus*	Areia	-	-	I _{exa}

Fonte: SEMMA

* Processos licenciados identificados, mas não encontrados no órgão ambiental. A SEMMA estava passando por uma recente mudança de prédio.

Para o quadro acima tem-se os seguintes significados:

A: atividade ativa ou em funcionamento;

I: Inativa ou paralisada. Criou-se outras derivações para o termo “inativa” para dar mais informação do por que da atividade encontrar-se inativa, conforme abaixo;

I_{exa}: atividade inativa com lavra exaurida;

I_f: atividade inativa fechada pelo órgão ambiental ou de mineração;

I_{ni}: atividade inativa licenciada, porém não iniciada;

I_{la}: atividade inativa com licença em análise ou em reavaliação;

1: Descumprimento de restrição – não entrega dos comprovantes de pagamento da CFEM (Compensação Financeira por Exploração Mineral);

2: Descumprimento de restrição – não entrega do RMCA (Relatório de Monitoramento de Controle Ambiental);

3: Funcionamento com licença vencida;

4: Autuação ou penalidade;

5: Invasão em APP; e

6: Não entrega de projeto paisagístico ou projeto definitivo de reabilitação

ANEXO D – Relação de áreas de mineração visitadas e resumo geral da situação funcional dos empreendimentos.

PONTO	LOCAL:Local/proprietário/substância/tempo/resp. exploração/legalidade
1	AM010-Danilo Perez(Areia)(recente)(clandestino)-I _f
2	AM010-km27-Sindicato Metalúrgicos(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
3(3)	AM010-km32-Tatiana Carvalho_A Marcos_Cícero(Areia)(Tibúrcio)(recente)-A
4	AM010-km34 R.Tapuia – Paiva(Arenito)(antigo)(clandestino)-I _f
5	AM010-R.A.Branca – (Areia)(antigo1)(Clandestino) -I _{exa}
6	AM010-R.A.Branca - (Areia)(antigo2)(Clandestino)-I _{exa}
7	AM010-R.A.Branca - Assoc do Sesi(Areia)(Tibúrcio)(recente)-I _{exa}
8	AM010-R.A.Branca - Major-Nego(Areia)(Tibúrcio)(recente)-I _{exa}
9(3)	AM010-R.A.Branca-Tibúrc-Cleodon-Otacília(Areia)(Tibúrc-Adauto)(recente)-I _f
10	AM010-R.Leão – (Arenito)(antigo)(clandestino)-I _f
11(2)	AM010-R.Leão - A.Einstein-Ivair(Areia)(A.Eisnstein – Ivair)(recente)-A _{pm}
12	AM010-R.Leão - Janaína Brilhante(Areia)(recente) -I _f
13(3)	AM010-R.Leão - Manuel L Silva-Fca L Silva(Areia)(Adauto)(recente)-A _{pm}
14	BR174-km10 - Fca L Silva(Areia)(Adauto)(recente)-I _{exa}
15	BR174-km10 - R Leão-Adolfo(Areia)(Adauto)(recente)-A
16(2)	BR174-km10-margem-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
17	BR174-km10-R Leão – (Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
18	BR174-km10-R Leão – Ant. Nascimento(Areia)(Rodal Antônio)(recente)-I _{exa}
19(2)	BR174-km10-R Leão - Chico Holanda(Areia)(recente)-I _f
20	BR174-km10-R Leão - Mercês Mat. Const(Areia)(recente)-A
21	BR174-km10-R Leão – Paulo Fonte(Areia)(recente)-I _f
22	BR174-km10-R Leão - Pernambuco(Arenito)(antigo)(clandestino)-I _f
23	BR174-km10-R Leão – Rozilda(Areia)(Martins)(recente)-I _{exa}
24	BR174-km10-R Leão- Pernambuco(Areia)(JSarkis)(recente)(clandestino)-A
25	BR174-km12 - Ely Jr(Areia)(Ely Jr-Adauto)(recente)-A
26	BR174-km15-ChicoMeteMarcha – (Areia)(Jsarkis)(recente)(cladestino)-A
27	BR174-km15-ChicoMeteMarcha - Akio Takatani(Areia) MercêsMatConst(antigo)-I _{exa}
28	BR174-km15-ChicoMeteMarcha – Botero(Arenito)(antigo)(clandestino)-I _f
29	BR174-km15-ChicoMeteMarcha – Jsarkis(Arenito)(FSarkis)(recente)-A _{pm}
30	BR174-km15-ChicoMeteMarcha – S.VieirAlves(Arenito)(antigo) (clandestino)-I _{exa}
31(2)	BR174-km15-ChicoMeteMarcha- Mercês Mat. Const(Arenito)(recente)-A
32	BR174-km15-ChicoMeteMarcha/CMesquita–Bento Freire(Areia)(ChicoHolanda)(antigo)-I _{exa}
33	BR174-km15-ChicoMeteMarcha-DNER – (Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
34	BR174-km15-ChicoMeteMarcha-DNER – FSarkis(Areia)(JSarkis)(recente)-I _{exa}
35	BR174-km15-ChicoMeteMarcha-DNER-(Areia)(Jsarkis)(recente)(clandestino)-I _{exa}
36	BR174-km15-ChicoMeteMarcha-DNER-Paulista(Areia)(terceiros)(antigo)(clandestino)-A
37(2)	BR174-km19-Marg Direita – Luís Eduardo_Adauto(Areia)(recente)-I _{exa}
38	BR174-km21-R Pau Rosa - Hugo Goellner(Arenito)(Martins)(recente)-A
39	BR174-km23-R Rainha Apótolos – Elias (Arenito)(recente)(clandestino)-I _f
40	BR174-km23-R Rainha Apótolos – Gurgel (Arenito)(Vários)(recente)-I _f
41	BR174-km26-R Esperança – Ivair(Areia)(recente)-I _{exa}
42	BR174-km30 - Fca-L-Silva(Areia)(Adauto)(Recente)-A
43	RBrasileirinho-Ramal 8 - Jorge Daou(Areia)(recente)-I _f
44	RBrasileirinho-Ramal 8-(Areia)(recente)(clandestino)-A
45(2)	RBrasileirinho-Ramal da Miquilina-Idalina-Auricélio(Areia)(Tibúrcio)(recente)-I _{exa}

Para este anexo, tem-se: I_f (Inativo fechado pelo órgão); I_{exa} (Inativo exaurido); A(Ativo); A_{pm} (Ativo, parado momentaneamente); A(Ativo); I_t (Inativo temporariamente).

ANEXO E - Relação de áreas de mineração mapeadas visualmente através da tela do computador.

PONTO	LOCAL:Local/proprietário/substância/tempo/resp. exploração/legalidade
46	São José-Av. G. Circular-(Aterro)(recente)(clandestino)-I _{exa}
47	São José-Av. G. Circular-(Aterro)(recente)(clandestino)-I
48	São José-Av. G. Circular-(Aterro)(recente)(clandestino)-I _{exa}
49	São José-Av. G. Circular- D C Branco(Aterro)(recente)-I
50	Dist. Industrial-(Aterro)(recente)(clandestino)-I
51	Dist. Industrial-Itautinga(Argila)(recente)-A
52	Dist. Industrial-Itautinga(Argila)(recente)-A
53	Dist. Industrial-Itautinga(Argila)(recente)-A
54	Ponta Negra-(Aterro)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
55	Ponta Negra-(Aterro)(recente)(clandestino)-I _{exa}
56	Ponta Negra-(Aterro)(recente)(clandestino)-I _{exa}
57	Ponta Negra-(Aterro)(recente)(clandestino)-I _{exa}
58	Ponta Negra-(Aterro)(recente)(clandestino)-I _{exa}
59	Ponta Negra-(Aterro)(recente)(clandestino)-I _{exa}
60	Ponta Negra-(Aterro)(recente)(clandestino)-I _{exa}
61	Ponta Negra-(Aterro)(recente)(clandestino)-I _{exa}
62	Ponta Negra-(Aterro)(recente)(clandestino)-I _{exa}
63	Ponta Negra-(Aterro)(recente)(clandestino)-I _{exa}
64	Ponta Negra-(Aterro)(recente)(clandestino)-I _{exa}
65	Tarumã-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
66	Tarumã-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
67	Tarumã-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
68	Tarumã-(Aterro)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
69	Tarumã-(Aterro)(antigo)(clandestino)-I
70	Tarumã-(Aterro)(antigo)(clandestino)-I
71	Tarumã-Torquato Tapajós-(Aterro)(recente)- I _{exa}
72	Novo Israel-Torquato Tapajós-(Aterro)(recente)(clandestino)- A
73	Tarumã-Torquato Tapajós-(Aterro)(recente)- I _{exa}
74	Tarumã-(Aterro)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
75	Tarumã-(Aterro)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
76	Tarumã-(Aterro)(antigo)(clandestino)- I _f
77	Tarumã-(Aterro)(antigo)(clandestino)- I _f
78	Tarumã-(Aterro)(antigo)(clandestino)- I _f
79	Tarumã-(Aterro)(antigo)(clandestino)-I
80	Tarumã-(Aterro)(antigo)(clandestino)-I _f
81	Tarumã-Estrada do Tarumã-Cach. Alta-(Arenito)(antigo)(clandestino)- I _f
82	Tarumã-(Aterro)(antigo)(clandestino)-I
83	Tarumã-Ramal do Bancrévea-(<u>Sr. Raimundo</u>)(Arenito)(antigo)(clandestino)- I _f
84	Tarumã-Ramal do Bancrévea-Ig do Rabicho-(<u>Jaime Cruz</u>)(Arenito)(antigo)(clandestino)- I _f
85	Tarumã-Ramal do Bancrévea-Ig do Rabicho-(Arenito)(antigo)(clandestino)- I _f
86	Tarumã-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
87	Tarumã-Estrada da Vivenda Verde -(Aterro)(recente)(clandestino)-I
88	Tarumã-Estrada da Vivenda Verde-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
89	Tarumã-Estrada da Vivenda Verde -(Arenito)(antigo)(clandestino)- I
90	Tarumã-Estrada da Vivenda Verde -(Arenito)(antigo)(clandestino)- I _f

PONTO	LOCAL:Local/proprietário/substância/tempo/resp. exploração/legalidade
91	Tarumã-entre Cach. Alta e Cach. Baixa-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
92	Tarumã-entre Cach. Alta e Cach. Baixa-(Arenito)(antigo)(clandestino)-I _f
93	Tarumã-Est. Vivenda Verde-Abraham-(Aterro)(antigo)(clandestino)-I
94	Tarumã-Est. Vivenda Verde-Abraham-(Aterro)(antigo)(clandestino)-I
95	Tarumã-Campos Sales-(Areia)(recente)(clandestino)-I _{exa}
96	Tarumã-Est. Turismo-próx. Torquato Tapajós-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
97	Tarumã-Est. Turismo c/ Torquato Tapajós-(Aterro)(recente)(clandestino)-A
98	Col. Terra Nova-G. Circular-Renato Targino-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
99	Col. Terra Nova-G. Circular-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
100	Col. Terra Nova-G. Circular-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
101	Col. Terra Nova-G. Circular-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
102	Col. Terra Nova-G. Circular-(Aterro)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
103	Col. Terra Nova-G. Circular-(Aterro)(recente)(clandestino)-I _{exa}
104	Col. Terra Nova-G. Circular-Edilson(Aterro)(recente)-A
105	Sta Etelvina/Nova Cidade-(Areia)(antigo)(clandestino)- I _{exa}
106	Nova Cidade-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
107	Sul da Reserva Ducke-(Areia)(recente)(clandestino)-I _f
108	A norte da Nova Cidade-ao lado da Reserva Ducke-(Areia)(recente)(clandestino)-I _f
109	A norte da Nova Cidade-ao lado da Reserva Ducke-Jarbas Eustáquio-(Areia)(antigo)-I _{exa}
110	Sta Etelvina-R 7 de Maio-(Areia)(recente)(clandestino)-I
111	Sta Etelvina-após Ig. Sta Etelvina-(Areia)(antigo)(clandestino)-I
112	Sta Etelvina-após Ig. Sta Etelvina-(Areia)(antigo)(clandestino)-I
113	AM-010-R. Acará-/R. Conceição-(Areia)(recente)-I _{exa}
114	Tarumã-R. do Bancrévea-(Arenito)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
115	AM-010-Lagoa Azul-Sérgio Vieialves--(Arenito)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
116	Sta Etelvina-após o Ig. Sta Etelvina-(Areia)(antigo)(clandestino)-I
117	Tarumã-em frente Sta Etelvina-(Aterro)(recente)(clandestino)-I
118	Tarumã-Av. Turismo-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
119	Tarumã-Av. Turismo-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
120	BR174, km1-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
121	Tarumã-Av. Turismo-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
122	Tarumã-Av. Turismo-(Aterro)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
123	Tarumã-Av. Turismo-(Arenito)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
124	Tarumã-Av. Turismo-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
125	Tarumã-Av. Turismo-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
126	Tarumã-Av. Turismo-(Aterro)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
127	Tarumã-Vitória Régia-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
128	Tarumã-(Aterro)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
129	Tarumã-(Aterro)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
130	Tarumã-(Aterro)(antigo)(clandestino)-I
131	Tarumã-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
132	Tarumã-(Arenito)(antigo)(clandestino)-I
133	Tarumã-(Aterro)(antigo)(clandestino)-A
134	Tarumã-Vivenda do Pontal-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
135	Tarumã-Vivenda do Pontal-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}

PONTO	LOCAL:Local/proprietário/substância/tempo/resp. exploração/legalidade
136	Tarumã-Vivenda do Pontal-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
137	Tarumã-Vivenda do Pontal-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
138	Tarumã-Cláudio Mesquita-(Arenito)(antigo)(clandestino)-I
139	Tarumã-Cláudio Mesquita-(Aterro)(antigo)(clandestino)-I
140	Tarumã-Cláudio Mesquita-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
141	Tarumã-Cláudio Mesquita-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
142	Tarumã-Cláudio Mesquita-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
143	Tarumã-Cláudio Mesquita-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
144	BR174/AM010-em frente ao R. Acará-(Areia)(recente)(clandestino)-I _{exa}
145	AM010-R. Acará-R. Conceição-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
146	AM010-R. Acará-R. Conceição-Balneário Amarelinho-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
147	AM010-R. Acará-R. Conceição-antes do Baln. Amarelinho-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
148	AM010-R. Acará-Dom Bosco-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
149	AM010-R. Acará-depois do Dom Bosco-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
150	AM010-R. da Presgel-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
151	Tarumã-Cláudio Mesquita-(Arenito)(recente)(clandestino)-I
152	BR174-Cláudio Mesquita-(Arenito)(recente)(clandestino)-I
153	BR174-Cláudio Mesquita-(Areia)(recente)(clandestino)-I _{exa}
154	BR174-Cláudio Mesquita-(Areia)(recente)(clandestino)-I _{exa}
155	BR174-Cláudio Mesquita-(Areia)(recente)(clandestino)-I _{exa}
156	AM010-Aterro Sanitário-(Argila)(antigo)(clandestino)-A
157	AM010-R. Acará-margem direita-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
158	AM010-R. Acará-na curva-(Areia)(antigo)-I _{exa}
159	AM010-R. Acará-ao lado R. Ducke.marg. esq. Acará- <u>Antônio dos Santos</u> (Areia)(antigo)-I _{exa}
160	AM010-R. Acará- ao lado R. Ducke.marg. dir. Acará-(Areia)(antigo))(clandestino)-I _{exa}
161	AM010-R. Acará- ao lado R. Ducke.marg. dir. Acará-Wilson/Tupinambá-(Areia)(recente)-I _{exa}
162	AM010-R. Acará- ao lado R. Ducke.marg. dir. Acará-(Areia)(antigo))(clandestino)-I _{exa}
163	AM010-R. Acará- ao lado R. Ducke.marg. dir. Acará-(Areia)(antigo))(clandestino)-I _{exa}
164	BR174-km5-(Areia)(antigo))(clandestino)-I _{exa}
165	BR174-km5-(Areia)(antigo))(clandestino)-I _{exa}
166	BR174-km6-(Areia)(antigo))(clandestino)-I _{exa}
167	BR174-km6-(Areia)(antigo))(clandestino)-I _{exa}
168	BR174-km6-(Areia)(antigo))(clandestino)-I _{exa}
169	BR174-km6-(Areia)(antigo))(clandestino)-I _{exa}
170	BR174-km6-(Areia)(antigo))(clandestino)-I _{exa}
171	BR174-km5-(Areia)(antigo))(clandestino)-I
172	BR174-km8-R. Jr-(Areia)(antigo))(clandestino)-I _{exa}
173	BR174-km8-R. Jr-(Areia)(antigo))(clandestino)-I _{exa}
174	BR174-km6-(Areia)(antigo))(clandestino)-I _{exa}
175	BR174-km6-SCA-(Areia)(recente))(clandestino)-A
176	BR174-km6-(Areia)(<u>Mercês Mat</u>)(recente)-I _{exa}
177	BR174-km8,5-entrada Penitenciária-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
178	BR174-km8,5-entrada Penitenciária-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
179	AM010-Tetoplan(Moacir)- (Areia)(recente)-I _f
180	AM010-R Boina Verde-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}

PONTO	LOCAL:Local/proprietário/substância/tempo/resp. exploração/legalidade
181	AM010-após R Boina Verde-Granja-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
182	AM010-km 27-Loteamento Buriti-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
183	BR174-km8-R Jr-Richard Maia-(Areia)(recente)(clandestino)-I _{exa}
184	BR174-km8-R Jr-Richard Maia-(Areia)(recente)(clandestino)- I _f
185	BR174-km8,5-Mário Pontes-(Areia)(recente)-I _{exa}
186	BR174-km9-Mário Pontes-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
187	BR174-km17-Adauto-(Areia)(antigo)-I _{exa}
188	BR174-km21-margem esquerda-(Arenito)(antigo)(clandestino)-I _f
189	BR174-km12-Jsarkis/Adauto-(Areia)(recente)-I _{exa}
190	BR174-km14-Silas Branício-(Areia)(recente)-I _{exa}
191	BR174-km14-(Areia)(antigo)(clandestino)-I _{exa}
192	BR174-km14-Cleodon-(Areia)(recente)-I _{exa}
193	BR174-km14-Adauto-(Areia)(recente)-I _{exa}
194	BR174-km14-Arnaudo/Adauto-(Areia)(recente)-I _{exa}
195	BR174-km14-José Iranor-(Areia)(recente)-I _{exa}
196	BR174-km15-RCMetemarcha-DNER-Mercês Mat-(Arenito)-I