



UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
FLORESTAIS E AMBIENTAIS – PPGCIFA

ESTUDO DA DINÂMICA DE USO DO SOLO E COBERTURA
VEGETAL E ELABORAÇÃO DE UMA PROPOSTA DE
ZONEAMENTO PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO TARUMÃ,
MANAUS, AMAZONAS

RICARDO BÜHRING

Manaus - Amazonas
2010



UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
FLORESTAIS E AMBIENTAIS – PPGCIFA

ESTUDO DA DINÂMICA DE USO DO SOLO E COBERTURA
VEGETAL E ELABORAÇÃO DE UMA PROPOSTA DE
ZONEAMENTO PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO TARUMÃ,
MANAUS, AMAZONAS

RICARDO BÜHRING

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa de Pós Graduação em
Ciências Florestais e Ambientais
(PPG-CIFA) da Universidade Federal
do Amazonas, para obtenção do
Título de Mestre em Ciências
Florestais e Ambientais, área de
concentração em Gestão Ambiental e
Áreas Protegidas.

Orientador: Prof. Dr. Lizit Alencar da Costa
Co-orientador: Prof. Dr. Julio César Rodrigues Tello

Manaus - Amazonas
2010

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAM

B931e Bühring, Ricardo

Estudo da dinâmica de uso do solo e cobertura vegetal e elaboração de uma proposta de zoneamento para a Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus, Amazonas / Ricardo Bühring. - Manaus, AM : UFAM, 2010. 243 f. : il. color. ; 30 cm

Inclui referências.

Dissertação (Mestre em Ciências Florestais e Ambientais. Área de concentração em Gestão ambiental e áreas protegidas). Universidade Federal do Amazonas. Orientador: Prof. Dr. Lizit Alencar da Costa.

1. Bacias hidrográficas – Manaus (AM) 2. Mapas de zoneamento 3. Pesquisa espacial 4. Gestão ambiental I. Costa, Lizit Alencar da (Orient.) II. Título

CDU (2007): 556.51(811.3)(043.3)

RICARDO BÜHRING

ESTUDO DA DINÂMICA DE USO DO SOLO E COBERTURA
VEGETAL E ELABORAÇÃO DE UMA PROPOSTA DE
ZONEAMENTO PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO TARUMÃ,
MANAUS, AMAZONAS

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa de Pós Graduação em
Ciências Florestais e Ambientais
(PPG-CIFA) da Universidade Federal
do Amazonas, para obtenção do
Título de Mestre em Ciências
Florestais e Ambientais, área de
concentração em Gestão Ambiental e
Áreas Protegidas.

Aprovado em 16 de Março de 2010.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Lizit Alencar da Costa, presidente
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Julio César Rodríguez Tello, membro
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Moisés Medeiros, membro
Universidade Federal do Amazonas

*Á minha mãe Vera e ao meu pai Werno,
a minha irmã Juliana e a minha
noiva Sheila que me acompanharam,
incentivaram e apoiaram na realização deste trabalho,
dedico.*

AGRADECIMENTOS

Á Deus, pela força que sempre a mim foi dada para realização de mais um sonho com dedicação, perseverança e amor;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Lizit Alencar da Costa por me dar a oportunidade e acreditar em uma parceria que dura há exatos sete anos, praticamente toda a minha vida acadêmica. **Obrigado professor**, pela sabedoria transmitida, críticas e direcionamentos, pelas sugestões e conselhos que levarei para toda a vida;

A **Universidade Federal do Amazonas – UFAM** e aos professores do curso de Engenharia Florestal e do Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais que dedicaram várias de suas preciosas horas nas orientações e ensinamentos durante toda a minha vida acadêmica;

Aos preciosos amigos, companheiros e colegas de profissão com os quais convivi inesquecíveis momentos da vida realizando inúmeros trabalhos, em especial ao Jhones Lemos Alves, Carlos Dias, Jonathas Nascimento, Ivan Augusto, Elaine Ponciano, Vanessa Souza e demais colegas;

A FAPEAM (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas), pela bolsa de estudo, e ao PPG-CIFA (Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais e Ambientais), por oportunizar o curso de Pós Graduação;

Aos funcionários e gestores das instituições como IPAAM (Instituto de Proteção Ambiental do Estado do Amazonas), SEMMA (Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Manaus), SDS (Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas – Subsecretaria de Recursos Hídricos) entre outros, pelas informações cedidas e orientações prestadas;

Aos moradores da Bacia Hidrográfica do Tarumã pela atenção dada a este trabalho e pela colaboração no fornecimento de informações e participação das reuniões;

A todos meu **muito obrigado!**

RESUMO

Este estudo objetivou estruturar uma base cartográfica de dados biofísicos sobre a Bacia Hidrográfica do Tarumã; estudar a dinâmica de uso do solo e cobertura vegetal entre os anos de 1988 e 2008 e finalmente, elaborar uma proposta metodológica de zoneamento para a área de estudo com base nas suas potencialidades de uso e na sua vulnerabilidade natural a perda de solos. A Bacia Hidrográfica possui 184.046,08 hectares, é formada pelos rios Tarumã Mirim e Tarumã Açu e apresenta sérios problemas ambientais. Este cenário motivou a realização deste trabalho que iniciou com a estruturação de uma base cartográfica sobre a área. Com auxílio das ferramentas geotecnológicas foram geradas as cartas de Hidrografia; APP; Declividade; Rede Viária; Uso e Cobertura da Terra; Unidades de Conservação; Vegetação; e Solos. Em seguida realizou-se um estudo temporal de ocupação da terra entre os anos de 1988 e 2008, para tal foi adotada a técnica de classificação supervisionada das imagens Landsat - 5. Finalmente foi elaborado o Zoneamento Ambiental para a Bacia Hidrográfica com enfoque para a vulnerabilidade natural a perda de solos e para as potencialidades de uso para realização de atividades de agropecuária, florestal, recreação e turismo e finalmente recuperação ambiental. Na avaliação realizada observou-se que existem atualmente 7,09%, ou seja, 13.040,65 hectares sem cobertura vegetal, ou seja, são altamente vulneráveis a perda de solos. Em 1988 as áreas cobertas por vegetação ocupavam 69,85% da Bacia, em 2008 este percentual foi reduzido para 62,98%. Ao avaliar o Zoneamento Ambiental observou-se que 71.409,09 hectares, correspondendo à 38,80% do total da Bacia Hidrográfica se apresentam altamente vulneráveis a perda natural de solos. Já as classes de uso florestal, agropecuário, de recreação e turismo e de recuperação ambiental corresponderam respectivamente a 13,40% (24.653,90 hectares); 13,00% (23.929,40 hectares); 24,86% (45.754,12 hectares) e 9,94% (18.299,57 hectares). É de destacar que em 16.019,15 hectares (8,70% da área) existe alta vulnerabilidade natural a perda de solos e estas áreas estão sendo utilizados de forma incorreta principalmente pela atividade de agropecuária o que potencializa a ocorrência de erosão e assoreamento dos igarapés.

Palavras chave: Bacia Hidrográfica, Zoneamento Ambiental e Geotecnologias.

ABSTRACT

This study aimed to design a cartographic base of biophysical data on the Basin Tarumã; study the dynamics of land use and vegetation cover between the years 1988 and 2008 and finally, develop a methodology for the zoning study area based its potential for use and its vulnerability to natural soil loss. The basin has 184,046.08 acres, is formed by the rivers and Tarumã Mirim Tarumã Açú and poses serious environmental problems. This scenario motivated this work which began with the formation of a cartographic database on the area. With the aid of tools were generated geo letters of Hydrography, APP; Slope, Roads, Use and Land Cover; Conservation Units, Vegetation, and Soils. Then there was a temporal study of land tenure between 1988 and 2008, was adopted for this technique of supervised classification of Landsat - 5. Was finally prepared for the Environmental Zoning Watershed, focusing on the vulnerability to natural soil loss and the potential uses for the activities of agriculture, forestry, recreation and tourism and finally environmental recovery. In the evaluation it was noted that there are currently 7.09%, or 13,040.65 hectares without vegetation, ie, they are highly vulnerable to soil loss. In 1988 the areas covered by vegetation occupied 69.85% of the Basin, in 2008 this figure had dropped to 62.98%. In assessing the environmental zoning observed that 71409.09 hectares, accounting for 38.80% of total basin are presented highly vulnerable to loss of natural soils. Classes already use forestry, agriculture, recreation and tourism and environmental recovery amounted respectively to 13.40% (24653.90 hectares) 13.00% (23929.40 hectares) 24.86% (45754.12 hectares) and 9.94% (18,299,57 hectares). It should be noted that in 16019.15 hectares (8.70% of the area) there is a high vulnerability to natural soil loss and these areas are being misused primarily by agricultural activity which enhances the occurrence of erosion and silting of streams .

Keywords: Watershed, Environmental Zoning, Geotechnology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Ilustração de uma Bacia Hidrográfica.....	34
Figura 02	Arquitetura de um SIG e o inter-relacionamento entre seus componentes.....	44
Figura 03	Espectro Eletromagnético.....	46
Figura 04	Localização da área de estudo.....	54
Figura 05	Levantamento de dados.....	56
Figura 06	Cartas Topográficas que cobrem a área de estudo.....	57
Figura 07	Processamento dos dados e verificação da verdade de campo.....	60
Figura 08	Fase de análise das informações obtidas e elaboração das cartas.....	62
Figura 09	Comportamento espectral dos principais alvos da superfície terrestre.....	64
Figura 10	Carta do Exército, escala 1 : 100.000, com destaque para as coordenadas geográficas.....	65
Figura 11	Imagem de satélite georreferenciada sobreposta a uma carta também georreferenciada.....	65
Figura 12	Pontos de amarração localizados na superfície terrestre.....	66
Figura 13	Diferentes formas de uso e ocupação do solo.....	67
Figura 14	Classificação supervisionada de uma imagem de satélite com destaque em vermelho para o tema <i>solo exposto</i>	69
Figura 15	Coleta de pontos de controle terrestre.....	69
Figura 16	Fluxograma da metodologia para obtenção do zoneamento ambiental.....	71
Figura 17	Cartas Topográficas que cobrem a área de estudo.....	97
Figura 18	Processamento dos dados e verificação da verdade de campo.....	99
Figura 19	Carta de Hidrografia.....	107
Figura 20	Desmatamento em Áreas de Preservação Permanente.....	108
Figura 21	Desmatamento em Áreas de Preservação Permanente.....	108
Figura 22	Impactos ambientais em Áreas de Preservação Permanente.....	109
Figura 23	Carta de Áreas de Preservação Permanente.....	110
Figura 24	Carta de Unidades de Conservação.....	112
Figura 25	Carta da rede viária da área de estudo.....	114
Figura 26	Carta de Vegetação.....	116
Figura 27	Carta de Geomorfologia.....	119

Figura 28	Carta de Solos.....	122
Figura 29	Carta de Uso e Cobertura do Solo para o ano de 2008.....	126
Figura 30	Representação das classes de declividade existentes na área de estudo.....	127
Figura 31	Ilustração de desmatamento de Área de Preservação Permanente A.....	128
Figura 32	Ilustração de desmatamento de Área de Preservação Permanente B.....	128
Figura 33	Ilustração de danos ambientais causados por desmatamento A.....	128
Figura 34	Ilustração de danos ambientais causados por desmatamento A.....	128
Figura 35	Carta de declividade.....	129
Figura 36	Carta do desmatamento acumulado até 1988.....	132
Figura 37	Carta do desmatamento acumulado até 1998.....	132
Figura 38	Carta do desmatamento acumulado até 2008.....	133
Figura 39	Dinâmica da ocupação do solo entre os anos de 1988 e 2008 na bacia hidrográfica do Tarumã.....	134
Figura 40	Áreas desflorestadas em terrenos com declive acentuado A.....	135
Figura 41	Áreas desflorestadas em terrenos com declive acentuado B.....	135
Figura 42	Áreas desflorestadas para o cultivo de mandioca A.....	135
Figura 43	Áreas desflorestadas para o cultivo de mandioca B.....	135
Figura 44	Mapa do assentamento Tarumã Mirim.....	136
Figura 45	Área de Proteção Ambiental do Tarumã.....	136
Figura 46	Gráfico ilustrando as formas de uso e ocupação do solo em 1998.....	138
Figura 47	Gráfico ilustrando as formas de uso e ocupação do solo em 2008.....	138
Figura 48	Carta básica de declividade da Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	141
Figura 49	Carta básica de Hidrografia da Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	142
Figura 50	Carta básica da Rede Viária da Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	143
Figura 51	Carta básica de Vegetação / Uso e Cobertura da Terra da Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	144
Figura 52	Carta básica de Solos da Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	145
Figura 53	Carta básica de Áreas de Preservação Permanente da Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	146
Figura 54	Carta básica de Unidades de Conservação da Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	147
Figura 55	Carta do critério solos (PSOLOS) para o objetivo vulnerabilidade natural a perda de solos com suas classes de potencialidade.....	152

Figura 56	Carta do critério declividade contínua (PDECL) para o objetivo vulnerabilidade natural a perda de solos com suas classes de vulnerabilidade.....	153
Figura 57	Carta do critério vegetação, uso/cobertura da terra (PVUS) para o objetivo vulnerabilidade natural a perda de solos com suas classes de vulnerabilidade.....	154
Figura 58	Carta do critério distância da área a água (PDAG) para o objetivo vulnerabilidade natural a perda de solos com suas classes de vulnerabilidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	156
Figura 59	Carta de classes de vulnerabilidade para o objetivo vulnerabilidade natural a perda de solos após a combinação dos critérios padronizados para a Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	157
Figura 60	Carta do critério padronizado PSOLOS para o objetivo florestal com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	160
Figura 61	Carta do critério declividade contínua PDECL para o objetivo florestal com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	161
Figura 62	Carta do critério vegetação / uso e cobertura PVUS para o objetivo florestal com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	163
Figura 63	Carta do critério distância a rede viária PDVI para o objetivo florestal com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	166
Figura 64	Carta do critério distância ao centro consumidor PDCC1 para o objetivo florestal com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	167
Figura 65	Carta do critério retorno social florestal PRESO para o objetivo florestal com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	168
Figura 66	Carta do critério valor da terra PVAT para o objetivo florestal com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	169
Figura 67	Carta do critério presença de indivíduos comerciais PRESICO para o objetivo florestal com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	171
Figura 68	Carta do critério distância da área a água PDAG-2 para o objetivo florestal com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	172
Figura 69	Carta do critério Unidades de Conservação de Proteção Integral PUCPI para o objetivo florestal com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	173
Figura 70	Carta de classes de potencialidade para o objetivo florestal após a combinação dos critérios padronizados para a Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	175
Figura 71	Carta do critério padronizado PSOLOS para o objetivo agropecuário com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	178
Figura 72	Carta do critério declividade contínua PDECL para o objetivo agropecuário com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	179

Figura 73	Carta do critério vegetação / uso e cobertura PVUS para o objetivo agropecuário com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	180
Figura 74	Carta do critério distância da área a água PDAG-3 para o objetivo agropecuária com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	183
Figura 75	Carta do critério distância a rede viária PDVI para o objetivo agropecuário com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	184
Figura 76	Carta do critério distância ao centro consumidor PDCC2 para o objetivo agropecuário com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	185
Figura 77	Carta do critério retorno social agropecuário PRESO-2 para o objetivo agropecuário com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	186
Figura 78	Carta do critério valor da terra PVAT para o objetivo agropecuário com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	189
Figura 79	Carta do critério Unidades de Conservação de Proteção Integral PUCPI para o objetivo agropecuário com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	190
Figura 80	Carta de classes de vulnerabilidade natural a perda de solos para o objetivo agropecuário para a Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	191
Figura 81	Carta de classes de potencialidade para o objetivo agropecuário após a combinação dos critérios padronizados para a Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	193
Figura 82	Carta do critério padronizado PSOLoS para o objetivo de recreação e turismo ecológico com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	196
Figura 83	Carta do critério declividade contínua PDECL para o objetivo de recreação e turismo ecológico com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	197
Figura 84	Carta do critério vegetação / uso e cobertura do solo PVUS para o objetivo recreação e turismo com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	198
Figura 85	Carta do critério distância da área a água PDAG-4 para o objetivo de recreação e turismo com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	202
Figura 86	Carta do critério retorno social PRESO-3 para o objetivo de recreação e turismo com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	203
Figura 87	Carta do critério paisagem cênica PAI para o objetivo de recreação e turismo com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	204
Figura 88	Carta do critério unidades de conservação PUC para o objetivo de recreação e turismo com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	205

Figura 89	Carta de classes de potencialidade para o objetivo de recreação e turismo após a combinação dos critérios padronizados para a Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	206
Figura 90	Carta do critério solos (PSOLOS) para o objetivo de recuperação ambiental com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	209
Figura 91	Carta do critério declividade contínua (PDECL) para o objetivo de recreação e turismo suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	210
Figura 92	Carta do critério vegetação, uso/cobertura da terra (PVUS) para o objetivo de recuperação ambiental com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	211
Figura 93	Carta de classes de vulnerabilidade natural a perda de solos para o objetivo recuperação ambiental para a Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	214
Figura 94	Carta de classes de potencialidade final para o objetivo de recuperação ambiental após a combinação dos critérios padronizados para a Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	215
Figura 95	Carta da proposta de zoneamento para Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	218
Figura 96	Carta de conflitos entre o uso e cobertura atual da terra com a vulnerabilidade natural a perda de solos da Bacia do Tarumã.....	222
Figura 97	Carta de conflitos entre o uso e cobertura atual da terra com o objetivo florestal proposto pelo zoneamento ambiental da Bacia do Tarumã.....	223
Figura 98	Carta de conflitos entre o uso e cobertura atual da terra com o objetivo agropecuário proposto pelo zoneamento ambiental da Bacia do Tarumã.....	224
Figura 99	Carta de conflitos entre o uso e cobertura atual da terra com o objetivo de recreação e turismo proposto pelo zoneamento ambiental da Bacia do Tarumã.....	225
Figura 100	Carta de conflitos entre o uso e cobertura atual da terra com o objetivo de recuperação ambiental proposto pelo zoneamento ambiental da Bacia do Tarumã.....	228
Figura 101	Carta de conflitos entre o uso e cobertura atual da terra e a proposta de zoneamento ambiental para a Bacia do Tarumã, Manaus - AM.....	229

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Descrição dos objetivos em estudo juntamente com os critérios padronizados e suas respectivas classes de potencialidades.....	92
Tabela 02	Principais Sub-bacias existentes, área total ocupada e percentual de representatividade na área de estudo.....	106
Tabela 03	Unidades de Conservação localizadas na área de estudo, área total da unidade, área total na bacia e percentual de representatividade.....	112
Tabela 04	Classes de Uso e Cobertura do Solo existentes na área de estudo.....	125
Tabela 05	Classes de uso e ocupação do solo para os anos de 1988, 1998 e 2008..	133
Tabela 06	Classes de uso e ocupação do solo para os anos de 1988, 1998 e 2008 no Assentamento do Tarumã Mirim.....	137
Tabela 07	Classes de solos para o objetivo de vulnerabilidade natural a perda de solos, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado solos (PSOLOS).....	152
Tabela 08	Classes de declividade para o objetivo de vulnerabilidade natural a perda de solos, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado declividade (PDECL).....	153
Tabela 09	Classes de vegetação, uso/cobertura da terra para objetivo de vulnerabilidade natural a perda de solos, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado vegetação, uso/cobertura da terra (PVUS).....	154
Tabela 10	Classes de distância da área a água para o objetivo de vulnerabilidade natural a perda de solos, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado distância da área a água (PDAG).....	156
Tabela 11	Ocupação das classes de vulnerabilidade natural a perda de solos final, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando a combinação dos critérios padronizados (PSOLOS), (PDECL), (PVUS) e (PDAG1).....	157
Tabela 12	Classes de potencialidade para o objetivo florestal, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado solos (PSOLOS).....	160
Tabela 13	Classes de potencialidade para o objetivo florestal, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado declividade contínua (PDECL).....	161
Tabela 14	Classes de potencialidade para o objetivo florestal, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado vegetação / uso e cobertura do solo (PVUS).....	163

Tabela 15	Classes de potencialidade para o objetivo florestal, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado distância a rede viária (PDVI).....	166
Tabela 16	Classes de potencialidade para o objetivo florestal, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério distância da área ao centro consumidor (PDCC1).	167
Tabela 17	Classes de potencialidade para o objetivo florestal, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério retorno social (PRESO1).....	168
Tabela 18	Classes de potencialidade para o objetivo florestal, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério valor da terra (PVAT).....	169
Tabela 19	Classes de potencialidade para o objetivo florestal, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério presença de indivíduos comerciais (PRESICO)....	171
Tabela 20	Classes de potencialidade para o objetivo florestal, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério distância da área a água PDAG-2.....	172
Tabela 21	Classes de potencialidade para o objetivo florestal, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério Unidades de Conservação de proteção Integral PUCPI.....	173
Tabela 22	Ocupação das classes de potencialidade florestal final, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando a combinação dos critérios padronizados (PSOLOS), (PDECL), (PVUS), (PDVI), (PDCC1), (PRESO1), (PVAT), (PRESICO), (PDAG2) e (PUCPI).....	175
Tabela 23	Classes de potencialidade para o objetivo agropecuário, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado solos (PSOLOS).....	178
Tabela 24	Classes de potencialidade para o objetivo agropecuário, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado declividade contínua (PDECL).....	179
Tabela 25	Classes de potencialidade para o objetivo agropecuário, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado vegetação / uso e cobertura do solo (PVUS).....	180
Tabela 26	Classes de potencialidade para o objetivo agropecuário, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério distância da área a água PDAG-3.....	183
Tabela 27	Classes de potencialidade para o objetivo agropecuário, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado distância a rede viária (PDVI).....	184
Tabela 28	Classes de potencialidade para o objetivo agropecuário, valores das	

	áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério distância da área ao centro consumidor (PDCC2).....	185
Tabela 29	Classes de potencialidade para o objetivo agropecuário, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério retorno social (PRESO2).....	186
Tabela 30	Classes de potencialidade para o objetivo agropecuário, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério valor da terra (PVAT).....	189
Tabela 31	Classes de potencialidade para o objetivo agropecuário, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério Unidades de Conservação de proteção Integral PUCPI.....	190
Tabela 32	Ocupação das classes de vulnerabilidade natural a perda de solos para o objetivo agropecuário, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	191
Tabela 33	Ocupação das classes de potencialidade agropecuária final, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando a combinação dos critérios padronizados (PSOLOS), (PDECL), (PVUS), (PDVI), (PDCC2), (PRESO2), (PVAT), (PDAG3), (VULNAT) e (PUCPI).....	193
Tabela 34	Classes de potencialidade para o objetivo de recreação e turismo, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado solos (PSOLOS).....	196
Tabela 35	Classes de potencialidade para o objetivo de recreação e turismo, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado declividade contínua (PDECL).....	197
Tabela 36	Classes de potencialidade para o objetivo de recreação e turismo, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado vegetação / uso e cobertura do solo (PVUS).....	198
Tabela 37	Classes de potencialidade para o objetivo de recreação e turismo, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério distância da área a água PDAG-4.....	202
Tabela 38	Classes de potencialidade para o objetivo de recreação e turismo, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério retorno social (PRESO3).....	203
Tabela 39	Classes de potencialidade para o objetivo de recreação e turismo, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério paisagem cênica (PPAI).....	204
Tabela 40	Classes de potencialidade para o objetivo de recreação e turismo, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério unidades de conservação (UC).....	205
Tabela 41	Ocupação das classes de potencialidade para recreação e turismo,	

	valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando a combinação dos critérios padronizados (PSOLOS), (PDECL), (PVUS), (PDCC3), (PRESO3), (PPAI), (PDAG4) e (PUCPI).....	206
Tabela 42	Classes de solos para o objetivo de recuperação ambiental, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado solos (PSOLOS).....	209
Tabela 43	Classes de declividade para o objetivo de recreação e turismo, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado declividade (PDECL).....	210
Tabela 44	Classes de vegetação, uso/cobertura da terra para objetivo de recuperação ambiental, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado vegetação, uso/cobertura da terra (PVUS).....	211
Tabela 45	Ocupação das classes de vulnerabilidade natural a perda de solos (VULNAT) para o objetivo de recuperação ambiental, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	214
Tabela 46	Ocupação das classes de potencialidade para recuperação ambiental, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando a combinação dos critérios padronizados (PSOLOS), (PDECL), (PVUS), e (PVULNAT).....	215
Tabela 47	Proposta de zoneamento considerando as classes de objetivos, com seus respectivos valores em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã - Manaus – AM.....	218
Tabela 48	Distribuição dos conflitos entre o uso atual da terra e a Vulnerabilidade Natural a Perda de Solos da Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	222
Tabela 49	Distribuição dos conflitos entre o uso atual da terra e a Potencialidade Florestal da Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	223
Tabela 50	Distribuição dos conflitos entre o uso atual da terra e a Potencialidade Agropecuária da Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	224
Tabela 51	Distribuição dos conflitos entre o uso atual da terra e a Potencialidade de Recreação e Turismo da Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	225
Tabela 52	Distribuição dos conflitos entre o uso atual da terra e a Potencialidade de Recuperação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	228
Tabela 53	Distribuição dos conflitos entre o uso atual da terra e a Proposta de Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	229

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	21
2	OBJETIVOS.....	23
2.1	Objetivo Geral.....	23
2.2	Objetivos Específicos.....	23
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	24
3.1	Planejamento Ambiental.....	24
3.2	Zoneamento.....	26
3.2.1	Princípios e Definições.....	26
3.2.2	Estudos aplicados ao Zoneamento.....	30
3.3	Bacia Hidrográficas como Unidade de Planejamento.....	32
3.4	Legislação Ambiental.....	36
3.5	Critérios e Objetivos Múltiplos.....	40
3.5.1	Conceitos Básicos.....	41
3.6	Sistemas de Informações Geográficas – SIG.....	42
3.6.1	Definições, Funções e Componentes.....	42
3.6.2	Aplicações de SIG em Zoneamentos.....	44
3.7	Sensoriamento Remoto.....	45
3.7.1	Definições.....	45
3.7.2	Sistema Landsat e o Sensor Thematic Mapper – TM.....	47
3.7.3	Quickbird.....	47
3.7.4	Classificação digital de imagens de satélite.....	48
3.8	Unidades de Conservação.....	49
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	53
4.1	Localização da Área de Estudo.....	53
4.2	Materiais Utilizados.....	55
4.3	Procedimentos Metodológicos.....	56
4.3.1	Estruturação de uma Base Cartográfica de dados biofísicos sobre a Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.....	56
4.3.2	Estudo temporal de uso do solo e cobertura vegetal entre os anos de 1988 e 2008 na Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.....	62
4.3.2.1	Caracterização biofísica da Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	63
4.3.2.2	Processamento das Imagens de Satélite.....	63
4.3.2.3	Georreferenciamento das Imagens de Satélite.....	64
4.3.2.4	Estudo temporal das alterações ocorridas na cobertura vegetal da Bacia Hidrográfica do Tarumã.....	67
4.3.3	Proposta de Zoneamento Ambiental para a Bacia Hidrografia do Tarumã, Manaus – AM.....	70
4.3.3.1	Consulta a especialistas, atores sociais e bibliografia.....	72
4.3.3.2	Definição e Tratamento dos Objetivos.....	73
4.3.3.3	Processo de determinação das cartas de objetivos.....	74
4.3.3.3.1	Critérios utilizados por objetivo.....	74
4.3.3.3.2	Justificativa da escolha dos critérios e de	76

seus níveis de padronização.....	
4.3.3.4 Base Cartográfica e informações disponíveis para a geração das cartas de critérios.....	95
4.3.3.5 Geração das cartas de critérios, Zoneamento e Conflitos de Uso.....	100
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	105
5.1 Estruturação de uma Base Cartográfica de dados biofísicos sobre a Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.....	105
5.1.1 Hidrografia.....	105
5.1.2 Área de Preservação Permanente.....	108
5.1.3 Unidades de Conservação.....	109
5.1.4 Vias de Acesso.....	113
5.1.5 Vegetação.....	115
5.1.6 Geologia.....	117
5.1.7 Geomorfologia.....	118
5.1.8 Solos.....	120
5.1.9 Clima.....	123
5.1.10 Uso do solo e cobertura vegetal para o ano de 2008.....	124
5.1.11 Declividade.....	127
5.2 Estudo temporal de uso do solo e cobertura vegetal entre os anos de 1988 e 2008 na Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.....	130
5.2.1 Uso e ocupação da terra na Bacia do Tarumã.....	130
5.2.2 Assentamento do Tarumã Mirim.....	136
5.3 Proposta de Zoneamento Ambiental para a Bacia Hidrografia do Tarumã, Manaus – AM.....	139
5.3.1 Cartas Básicas.....	139
5.3.2 Análise dos resultados da aplicação da metodologia.....	140
5.3.3 Avaliação das potencialidades de uso da área.....	148
5.3.3.1 Avaliação da vulnerabilidade natural a perda de solos.....	148
5.3.3.2 Avaliação da potencialidade florestal.....	158
5.3.3.3 Avaliação da potencialidade agropecuária.....	176
5.3.3.4 Avaliação da potencialidade de recreação e turismo.....	194
5.3.3.5 Avaliação da potencialidade para recuperação ambiental.....	207
5.3.4 Avaliação do Zoneamento.....	216
5.3.5 Avaliação dos Conflitos de Uso.....	219
5.3.6 Análise da metodologia proposta.....	230
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	232
6.1 Estruturação de uma Base Cartográfica de dados biofísicos sobre a Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.....	232
6.2 Estudo temporal de uso do solo e cobertura vegetal entre os anos de 1988 e 2008 na Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.....	233
6.3 Proposta de Zoneamento Ambiental para a Bacia Hidrografia do Tarumã, Manaus – AM.....	235
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	239

1. INTRODUÇÃO

A bacia Hidrográfica do Tarumã está inserida no município de Manaus e é constituída das Bacias do Tarumã Açu e Tarumã Mirim. Nesta área localizam-se: a Área de Proteção Ambiental (APA) do Tarumã; Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Negro Setor Sul; a Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do Tupé; a Reserva Florestal Adolpho Ducke, o Parque Estadual Rio Negro setor Sul, o Assentamento Tarumã Mirim, que foi criado em 10 de Agosto de 1992, por meio da Resolução N° 184/92; além de algumas migrações indígenas do Rio Negro; hotéis de selva; populações caboclo-ribeirinhas e várias marinas.

A conservação ambiental desta área é fundamental para a manutenção do manancial hídrico que abastece toda a cidade de Manaus e a preservação da diversidade cultural e a ecologia dos ecossistemas são importantes para elaboração de processos que visem o enraizamento de atividades que afirmem a identidade das populações do local (Rêgo, 2003). A caracterização biofísica e cultural é hoje um importante instrumento para o planejamento, manejo e consolidação dos ecossistemas em seu estado natural (SNUC, 2000) assim como para o seu ordenamento territorial (Costa, 2001).

Esta bacia é uma área com sérios problemas ambientais como consequência da exploração mineral, vegetal e animal de forma desordenada, sem apoio técnico adequado para a utilização destes recursos naturais. Apesar da degradação ambiental que a área historicamente vem sofrendo, a bacia é detentora de uma das maiores parcelas contínuas da floresta amazônica circunvizinhas à cidade de Manaus, com riquezas naturais e uma composição de flora peculiar. Em seus rios, cachoeiras e restingas, encontram-se assentadas em torno de 16 comunidades de pequenos produtores rurais, cuja alternativa de vida é o extrativismo animal e vegetal (Tello, 1999).

A bacia do Tarumã possui ainda outras potencialidades como: elevada porcentagem de biodiversidade de flora e fauna; rico ecossistema representativo da Amazônia; atrativos ao eco-turismo; habitat para fauna

silvestre; sítios arqueológicos; áreas potenciais para uso em agricultura, pecuária e atividades florestais além de diversas belezas cênicas como algumas cachoeiras, formando um todo harmônico para a implementação de atividade sustentáveis (INCRA, 1998).

A intensa e desordenada ocupação antrópica que vêm ocorrendo nesta bacia está provocando a destruição dos seus ecossistemas. Assim sendo, o ordenamento territorial - espacial dessa área, poderá minimizar este problema.

O conhecimento da biodiversidade de flora e fauna ainda presentes na bacia hidrográfica do Tarumã é indispensável para a elaboração de políticas públicas para gestão da biodiversidade que auxiliarão na redução do percentual de evasão rural, além de viabilizar uma nova concepção de ocupação e uso do solo.

Alguns trabalhos têm sido realizados na área de estudo, como os de Silva (2005); Pinto (2005) e Carneiro (2007). No entanto, poucos utilizam as ferramentas geotecnológicas representadas pelo Sensoriamento Remoto, Sistema de Informações Geográficas (SIG) e Sistemas de Posicionamento Global (GPS).

No Brasil, estudos em bacias hidrográficas utilizando ferramentas geotecnológicas vêm sendo realizados por autores como Rosa (1995), Meireles (1997), Crepani (1996), Ogata (1995), Sartori Neto (2000) e Costa (2001).

Finalmente, a pesquisa teve como objetivos estruturar uma base cartográfica contendo dados biofísicos sobre a Bacia do Tarumã; realizar o estudo temporal de ocupação do solo entre os anos de 1988 e 2008 e realizar o zoneamento ambiental da Bacia Hidrográfica do Tarumã com base em suas potencialidades biofísicas com a participação dos diferentes atores sociais presentes na área de estudo.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar a dinâmica de uso do solo e cobertura vegetal e realizar o zoneamento ambiental para a Bacia Hidrográfica do Tarumã com a participação dos atores da área, apoiado pelo uso das geotecnologias visando disciplinar e ordenar as formas de uso de acordo com as potencialidades e vulnerabilidades do local.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1)** Estruturar uma base cartográfica sobre os aspectos biofísicos para conhecer e analisar as características físicas e biológicas da área de estudo;
- 2)** Realizar o estudo temporal da dinâmica de uso do solo e cobertura vegetal entre 1988 e 2008 para entender o histórico da ocupação local;
- 3)** Realizar o zoneamento ambiental da bacia hidrográfica estudada, visando subsidiar o ordenamento territorial e o planejamento futuro.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 PLANEJAMENTO AMBIENTAL

Segundo Santos (2004) há duas vertentes importantes nos planejamentos. A primeira estuda a problemática econômica e social da população e define os objetivos a alcançar, chamada de demanda, e a segunda, examina as características do meio em que se desenvolve a atividade humana, definindo as possibilidades atuais e potenciais de atender as demandas, denominada de oferta. Esse autor ressalta que o planejamento ambiental não possui uma definição precisa, pois se confunde com outros tipos de planejamentos (territorial, setorial) acrescidos da palavra ambiental. Ainda assim, considera que o planejamento ambiental consiste num conjunto de metodologias e procedimentos para avaliar as consequências ambientais de uma ação proposta (demanda) e as contraposições entre as aptidões e usos dos territórios a serem planejados (oferta), identificando possíveis alternativas a esta ação.

Ainda, segundo Santos (2004), planejamento ambiental inclui um conjunto de metas, análise de informações, audiências e aprovações. O planejador ambiental busca o conhecimento sobre o ecossistema e em função disto, elabora o planejamento ambiental buscando efetuar um melhor ajuste entre o homem e a natureza. Este tipo de planejamento começa com um processo de desenvolvimento, um processo governamental ou um processo de formulação de políticas.

Para Silva (2003), o planejamento ambiental é um processo contínuo que envolve a coleta, organização e análise sistematizadas das informações através de procedimentos e métodos, para se chegar a decisões ou escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis em função de suas potencialidades, e com a finalidade de se atingir metas específicas no futuro, levando à melhoria de determinada situação e da qualidade de vida da sociedade. Um importante papel que se destina o planejamento ambiental é ainda o de direcionar os instrumentos metodológicos, administrativos, legislativos e de gestão para o desenvolvimento de atividades num determinado espaço geográfico e de

tempo, incentivando a participação institucional e dos cidadãos, induzindo relações mais estreitas entre sociedade e autoridades locais e regionais.

Ainda de acordo com Silva (2003) em se tratando do histórico dos planejamentos, no Brasil, a primeira experiência foi realizada em 1939, durante o Governo de Getúlio Vargas, com o Plano Quinquenal Especial de Obras Públicas e Aparelhamento da Defesa Nacional, em decorrência da Segunda Guerra Mundial. Somente na década de 60, com criação da Lei 4.771 de 1965, que institui o Código Florestal, o planejamento ambiental começa a ser realizado com maior frequência.

Quando o planejamento ambiental é analisado de forma integrada com outras ferramentas surgem apontamentos como de Costa (2001), o qual destaca que para o manejo do ambiente é necessário o conhecimento detalhado das variações espaço-temporais dos fatores naturais e antrópicos que atuam sobre o mesmo. A união de tais dimensões, permitindo o processamento concomitante dos dados, tem sido possibilitada pelos Sistemas de Informações Geográficas, definidos como tecnologias para investigação dos fenômenos ambientais que combinam os avanços tecnológicos da cartografia e banco de dados automatizados, o sensoriamento remoto e a modelagem. As informações resultantes do emprego destas ferramentas, têm auxiliado na formulação de propostas de manejo.

A participação comunitária é importante no planejamento e na implementação de programas e projetos com finalidade ambiental. As comunidades locais, dados os sistemas de vida em harmonia e de certa cumplicidade com o meio ambiente podem prover condições iniciais para o sucesso de programas e projetos que venham a ser implementados. Assim, é fundamental entender a cultura e as formas de vida e, principalmente, as formas específicas com que as populações nativas manejam seus recursos naturais.

Neste sentido, em função da amplitude do tema, para se realizar o planejamento ambiental é indispensável considerar a adequação da metodologia para alcançar os objetivos predefinidos. Desta forma, diversos

instrumentos de planejamento ambiental foram sendo desenvolvidos, como no caso dos Zoneamentos, Estudos de Impacto Ambiental, Planos de Bacias Hidrográficas, Planos Diretores Ambientais, Planos de Manejo entre outros (Santos, 2004).

Verificou-se até o momento que o meio ambiente é complexo, necessitando de uma abordagem integrada para seu entendimento e conservação. O planejamento ambiental, dentro dessa ótica é um excelente instrumento de gestão, pois estabelece diretrizes e metas a serem alcançadas dentro de um cenário temporal. Porém, através do instrumento zoneamento ambiental que se identificam e se delimitam zonas específicas para um determinado fim em uma dada região.

Assim como o planejamento, o zoneamento também é freqüentemente adjetivado, sendo comum encontrarem-se vários tipos de zoneamento. A seguir, serão apresentados alguns conceitos, sendo que a maior ênfase será dada ao zoneamento ambiental.

3.2 ZONEAMENTO

3.2.1 PRINCÍPIOS E DEFINIÇÕES

Para Meireles (1961), o zoneamento, com caráter oficial, apresenta características específicas, podendo ser considerado um instrumento legal, técnico e político, fundamentando-se no poder de polícia do setor público. Desta forma, a regulação do uso da propriedade privada por governos locais, com base neste conceito, é um instrumento fundamental no controle do uso do solo dentro de seus limites geográficos. Desta maneira, este poder pode ser definido, como sendo o direito do Estado de implementar ações que sejam necessárias para proteger, preservar e promover a saúde, a segurança e o bem estar público, constituindo-se em um atributo indispensável numa sociedade governada por leis. Assim, o zoneamento pode funcionar como instrumento na regulação e disciplinamento do uso do solo, permitindo ao setor público um melhor desempenho de suas funções.

Com base na legislação brasileira, o tipo de zoneamento é definido de acordo com os objetivos a serem alcançados, neste sentido são

exemplificados alguns: zoneamento agroecológico, ambiental, ecológico-econômico, industrial, de ruído, de unidades de conservação, urbano, entre outros. Além destes existem aqueles que são realizados e não são previstos pela legislação como: zoneamento agrícola, agropedoclimático, climático, ecológico, edafoclimático por cultura agrícola, geoambiental e locação de empreendimentos (Silva & Santos, 2004). Importante salientar que um zoneamento pode ser pensado com escala geográfica aplicada a diferentes níveis: nacional, macro-regional, estadual, micro-regional e municipal (Ab'Saber, 1987).

Em se tratando de Zoneamento Ambiental, este foi inicialmente pensado para Amazônia Legal no ano de 1991 pelo Governo Federal, com base na Carta Européia de Ordenamento Territorial, de 1983 que têm como objetivo geral organizar o território como “expressão espacial das políticas econômica, social, cultural e ecológica”. Neste sentido, ele é um instrumento para racionalizar a ocupação e redirecionar as atividades, servindo de subsídio às estratégias e ações de planos regionais em busca do desenvolvimento sustentável (Ross, 2006).

Segundo Becker & Egler (1996) a Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República SAE-PR elaborou uma metodologia para aplicação do Zoneamento Ambiental no território correspondente a Amazônia Legal. Nesse produto, ficou configurado que a partir deste momento, o Zoneamento Ambiental passa a ser desenvolvido e aplicado como um instrumento político e técnico de planejamento, cuja finalidade consiste em otimizar o uso do espaço territorial e a aplicação das políticas públicas para a região. Do ponto de vista técnico, ele organiza informações sobre o território necessárias para planejar a ocupação racional e o uso sustentável dos recursos naturais. Do ponto de vista político, ele deve servir para “aumentar a eficácia das decisões políticas” e da “intervenção pública na gestão do território”, bem como criar canais de “negociação entre as várias esferas de governo e a sociedade civil”.

Para conceituar zoneamento se faz necessário uma série de entendimentos prévios. Sua aplicação ou utilização em relação a um

determinado espaço geográfico exige método, reflexão e estratégias próprias. Os princípios do zoneamento, quando aplicáveis a uma determinada área, requerem uma multidisciplinaridade plena, pelo fato de se pretender identificar as potencialidades específicas ou preferenciais de cada um dos subespaços ou subáreas do território em estudo, isso requer a participação de vários especialistas pertencentes a diferentes áreas do conhecimento. Desta forma serão estabelecidas as bases desse processo, dentro de uma dada conjuntura, é necessário realizar uma pesquisa que vise determinar a vocação de todos os subespaços que compõem um território e efetuar o levantamento de suas potencialidades econômicas a partir de um enfoque eco-desenvolvimentista (Ab'Saber, 1987).

Carneiro & Coelho (1987) conceituam zoneamento como sendo um instrumento para ordenamento do subespaço, que emerge basicamente de um conjunto de interações e atitudes que, contrastando com a dinâmica dos processos naturais e sociais ocorrentes neste espaço vão permitir a obtenção de princípios e parâmetros relativos à sua utilização.

Já Santos (2004) conceitua Zoneamento como sendo a compartimentação de uma região em porções territoriais, obtida pela avaliação dos atributos mais relevantes e de suas dinâmicas. Cada compartimento é apresentado como uma área homogênea, ou seja, uma zona (ou unidade de zoneamento) delimitada no espaço, com estrutura e funcionamento uniforme. Cada unidade tem, assim, alto grau de associação dentro de si, com variáveis solidamente ligadas, mas significativa diferença entre ela e os outros compartimentos. Isso pressupõem que o zoneamento faz uma análise por agrupamentos passíveis de ser desenhados no eixo horizontal do território e numa escala definida.

Assim, o objetivo principal do processo de zoneamento, numa primeira instância, é realizar divisões e classificações do espaço, baseadas em fatores ecológicos, econômicos e sociais e, através do cruzamento dessas ordens de fatores, identificar diferentes zonas ou regiões, com sua problemática específica, que serão objetos de propostas e diretrizes. Um segundo objetivo do processo de zoneamento, que deverá ocorrer com uma

escala de maior detalhamento, visa a organização do espaço no interior de cada unidade, com a indicação das áreas de preservação e das áreas liberadas à ocupação, obedecendo aos princípios de uma política ambiental, voltada para assegurar a eficiência produtiva dos espaços e preservar os fluxos vivos da natureza. Assim, o modelo de zoneamento para o ordenamento de um território depende de objetivos e dos tipos de indicadores e interações utilizadas na análise (IBGE, 1986).

Lanna (1995), considerando a finalidade ambiental, afirma que zoneamento é um instrumento de ordenamento territorial íntima e indissolivelmente ligado ao desenvolvimento da sociedade, que visa assegurar, ao longo prazo, a equidade de acesso aos recursos ambientais (naturais, econômicos e sócio-culturais), os quais se configuram, quando adequadamente aproveitados em oportunidades de desenvolvimento sustentável.

Considerando o zoneamento para unidades de conservação, Miller (1980) salienta que para atingir os objetivos de manejo estabelecidos para uma Unidade de Conservação, é necessário dividi-la em zonas de acordo com os seus recursos e ao uso que deve ser dado aos mesmos. Isto mostra que o zoneamento envolve aspectos de controle e manejo locais, além de normas e diretrizes para especificar os tipos de usos e instalações permitidas e necessárias dentro de cada zona. Tal procedimento visa, em linhas gerais, otimizar a utilização dos recursos naturais e conservar a biodiversidade, dentro de um programa de planejamento ambiental.

Como principal instrumento de planejamento de uso do solo, o zoneamento, vem otimizar o uso adequado de um espaço geográfico com a influência efetiva da comunidade. No passado, o zoneamento era definido com uma visão eminentemente técnica e a influência da sociedade neste processo praticamente não existia. Hoje, a maioria dos planejadores é ciente de que, a participação da sociedade no processo de tomada de decisão nas diferentes etapas de zoneamento é um fator primordial para democratizar o uso do solo, possibilitando aos diferentes atores sociais intimamente incorporados a um espaço geográfico, contribuir na decisão de planificação

deste. Neste sentido, o zoneamento como um instrumento de planejamento é de fundamental importância no ordenamento de um espaço. Assim, segundo OEA (1969) algumas vantagens do zoneamento são: que este leva em conta os limites ecológicos, pontos frágeis e de valor biológico antes de discutir as possibilidades relativas dos outros usos; que em casos de carência de informação ecológica detalhada, é possível evitar danos a valores naturais por usos prematuramente indicados e; que apresenta caráter flexível, podendo-se alterar a nomenclatura e o manejo de determinadas zonas, uma vez que novas informações técnicas levam à conclusão desta necessidade.

3.2.2 ESTUDOS APLICADOS AO ZONEAMENTO

Diversas metodologias estão sendo desenvolvidas com vistas a estudar e ordenar os espaços geográficos, sendo encontradas na literatura várias abordagens ou modelos metodológicos baseados nos princípios da teoria geral de sistemas, no modelo de divisão da paisagem física proposto por Bertrand (1981) e na ecodinâmica definida por Tricart (1977). Estes princípios permitem realizar a análise integrada do ambiente através do uso de diferentes tipos de dados e dos instrumentos tecnológicos disponíveis no momento como o sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas.

Autores como Rosa (1995) e Meirelles (1997) desenvolveram metodologias de zoneamento baseadas na análise integrada do ambiente através do uso de sistemas de informações geográficas. O primeiro utilizou apenas critérios de natureza física enquanto que o segundo, além desses, acrescentou critérios de natureza sócio-econômica.

Miranda & Bognola (1998) e a EMBRAPA (1999) discutem a metodologia do zoneamento agro-ecológico do Estado de Tocantins que foi baseada na combinação de dados de rochas, relevo, solos, topografia, rede de drenagem, clima, dinâmica da paisagem, vegetação natural e uso do solo.

Brasil (1987) propôs uma metodologia para identificar e avaliar unidades ambientais para a estação ecológica de Piratininga, Minas Gerais. Esta metodologia permite a análise integrada do ambiente utilizando os produtos e as técnicas de sensoriamento remoto. Como unidade de trabalho foi adotada a área homogênea, e sua identificação, feita a partir do exame integrado de sete indicadores básicos: litologia, tipo de escoamento, forma de vertente, classe de declividade, solos, densidade de drenagem e cobertura vegetal. Às áreas homogêneas identificadas foi atribuído um conceito mais amplo e dinâmico, o de Unidades Ambientais (UA), considerando suas semelhanças e diferenças, bem como suas relações causais. Assim, a unidade ambiental foi definida como toda área dotada de dinamismo próprio, resultante da interação dos fatores bióticos e abióticos, incluindo a ação antrópica no espaço e no tempo.

Algumas metodologias de zoneamento têm sido desenvolvidas e aplicadas, citando-se como exemplo: Crepani (2001) que utilizou ferramentas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento e as aplicou no zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial; Costa (2001), desenvolveu estudo sobre o zoneamento baseado na combinação de critérios múltiplos, participação democrática de especialistas, uso do método de análise hierárquica (MAH), Sensoriamento Remoto e Sistema de Informações Geográficas; Silva (2003) desenvolveu uma estratégia metodológica alternativa para a elaboração de zoneamento que orientasse o planejamento ambiental mediante o uso de análise multivariada e técnicas de geoprocessamento e Cunico (2007) que desenvolveu um trabalho vinculado à análise e gestão de Bacias e o objetivo foi elaborar o zoneamento ambiental que possibilitasse analisar e avaliar as condições sócio-ambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi, localizado no Município de Morrestes – PR.

3.3 BACIAS HIDROGRÁFICAS COMO UNIDADES DE PLANEJAMENTO

O autor Christofolletti (1999) ressalta a necessidade de utilizar a idéia de totalidade para compreender como as entidades ambientais físicas se expressam em unidades complexas, englobando a estruturação, a organização, o funcionamento e a dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos. Nesta perspectiva considera que os grupos humanos devem compreender as características e o funcionamento dos sistemas do meio ambiente e evitar reproduzir ações que provoquem rupturas no equilíbrio, ocasionando os impactos que ultrapassem a estabilidade existente.

De acordo com Vicente & Perez Filho (2003), o homem tem interferido de forma variada, rápida e agressiva na dinâmica natural da Terra, fornecendo elementos para uma nova realidade ambiental, na qual as derivações antrópicas apresentam-se cada vez mais influentes e contundentes. Neste contexto, inserem-se novas necessidades e possibilidades de intervenção sobre o complexo ambiental voltado para o planejamento e gestão, por meio da evolução de seus componentes, priorizando suas relações muito mais do que suas particularidades.

Seguindo esta linha de raciocínio e somados os apontamentos de Capra (2004) de que as propriedades essenciais de um sistema são propriedades do todo, que nenhuma parte possui e quando o sistema é partilhado em elementos isolados essas propriedades tendem a ser destruídas chega-se a uma idéia de união e relacionamento entre as partes o que possibilita utilizar bacia hidrográfica como recorte espacial correspondente a unidade de planejamento e gerenciamento devido à sua interligação natural que tem os rios como veículos dessa integração.

A bacia Hidrográfica, uma vez que é delimitada considerando-se critérios geomorfológicos, leva vantagem sobre as demais unidades de planejamento definidas por outros atributos, os quais apresentam limites imprecisos, como os baseados em tipos de vegetação ou em características climáticas. Anterior a 1980, era comum utilizar como unidades político-

administrativas ou quadriculas definidas por coordenadas cartográficas como unidades de pesquisa (Botelho, 1999).

Para tanto, a bacia hidrográfica constitui um exemplo típico de sistema aberto na medida em que recebe impulsos energéticos das forças climáticas atuantes sobre sua área e das forças tectônicas subjacentes. Já a perda de energia ocorre por meio da água, dos sedimentos e dos solúveis que são exportados pelo seu deflúvio. Para entendimento de sistema aberto utilizou-se a conceito de Cunico (2007), que o define “como um sistema com troca de matéria com seu ambiente, apresentando importação e exportação, construção e demolição dos materiais que o compõem.”

Odum (1988) afirma que a bacia hidrográfica se comporta como um sistema aberto e acrescente que o funcionamento e a estabilidade relativa refletem as taxas de influxo e os ciclos de energia, de águas e dos materiais ao longo do tempo. Dessa maneira, a degradação da água é consequência, muitas vezes, do gerenciamento incorreto da bacia hidrográfica, cuja solução não é encontrada observando-se apenas o interior da água e sim toda a bacia de drenagem enquanto uma unidade de planejamento.

Segundo Christofolletti (1974), a utilização de bacia hidrográfica como unidade de planejamento conquistou mais objetividade a partir do ano de 1945 com a divulgação dos trabalhos realizados por Horton e posteriormente Strahler. Atualmente é um dos recortes geográficos mais utilizados em estudos de cunho ambiental seja para análises quantitativas ou principalmente para enfoques sócio-ambientais.

Esta realidade pode ser observada nos inúmeros trabalhos disponíveis na literatura utilizando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, a saber: Crepani *et al.* (1996); Mazzocato (1998); Costa (2001); Silva (2003); Ross (2006); Araújo (2006); Cunico (2007); entre outros.

Várias definições sobre bacia hidrográfica são encontradas na literatura, dentre elas são destacadas a de Santos (2004), como sendo um conjunto de terrenos drenados por um curso d'água e seus tributários. Naghettini (2000) ilustra uma bacia hidrográfica e utiliza o seguinte conceito:

bacia hidrográfica é uma unidade fisiográfica, limitada por divisores topográficos, que recolhe a precipitação, age como um reservatório de água e sedimentos, defluindo-os em uma seção fluvial única, denominada exutório. Os divisores topográficos ou divisores de água são as cristas das elevações do terreno que separam a drenagem da precipitação entre duas bacias adjacentes, tal como ilustrado na Figura 01.

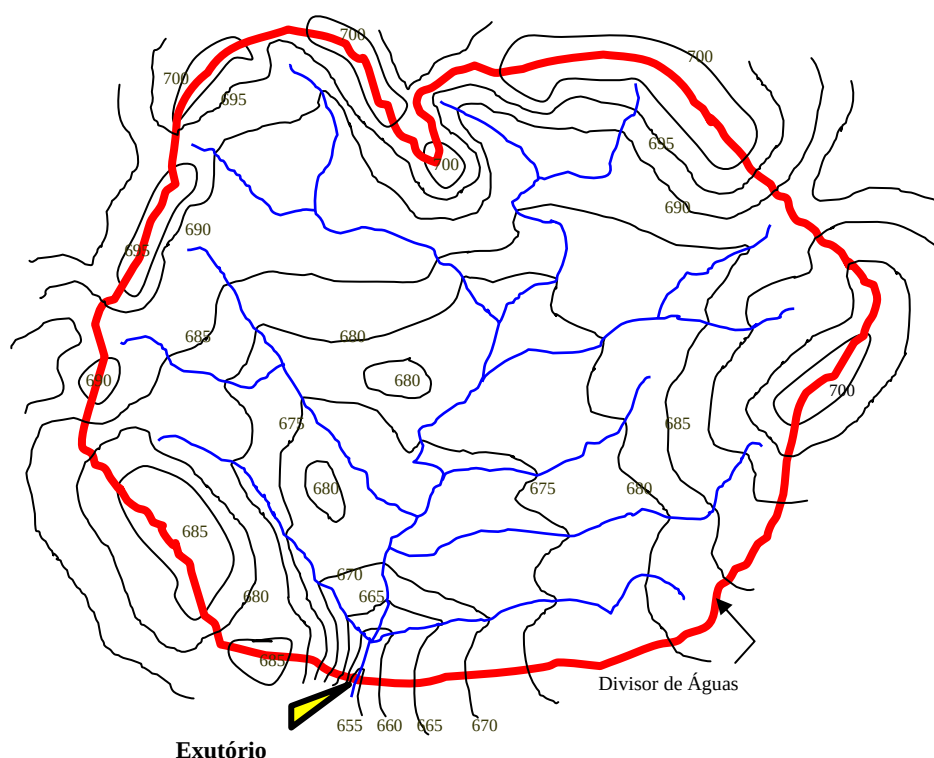


Figura 01 – Ilustração de uma Bacia Hidrográfica.

Fonte: FAG - Faculdade Assis Gurgacz, Naghettini (2000).

Entre os muitos aspectos comuns nas definições supracitadas, a rede de drenagem é o elemento mais relevante, pois compreender e analisar esta rede é de fundamental importância para a compreensão de um sistema ambiental, dado que a estruturação da rede de canais fluviais é resultante da interação entre elementos de natureza geológica, climatológica, topográfica e biogeográfica.

De acordo com Beltrame (1994), citado por Cunico (2007), as características da rede de drenagem, associadas direta ou indiretamente aos demais aspectos físicos-naturais, refletem o potencial de degradação física de uma bacia hidrográfica, sugerindo a partir de índices previamente estabelecidos, uma análise qualitativa em relação à preservação dos mesmos. É indispensável considerar os fatores antrópicos, uma vez que apresentam influência marcante sobre o estado de conservação da bacia hidrográfica, permitindo assim, caracterizar e entender de forma mais completa a dinâmica existente, sendo possível gerar informações para subsidiar trabalhos de gestão e planejamento deste espaço geográfico.

Pelo fato de os rios serem o veículo de integração em uma bacia hidrográfica, é necessário realizar uma avaliação detalhada e um acompanhamento contínuo do seu estado de conservação, pois de acordo com Cunha (2005), os rios espelham, de maneira indireta, as condições naturais e as atividades humanas desenvolvidas na bacia hidrográfica, sofrendo, em função da escala e intensidade de mudanças nesses dois elementos, alterações, efeitos e/ou impactos no comportamento da descarga, carga sólida e dissolvida e poluição das águas.

Sendo assim, a gestão ambiental assume importância ímpar na tentativa de promover a compatibilização entre o uso e a preservação do meio ambiente. Para Ross (1995), a água é o recurso natural de importância máxima no planejamento ambiental. Sem a devida atenção, ações de planejamento podem estar predestinadas ao fracasso face ao esgotamento das potencialidades, perdas da qualidade por uso excessivo dos recursos hídricos, seja na diluição de resíduos, irrigação para agricultura, alimento para rebanhos da pecuária, ou até mesmo geração de energia. Ressalta ainda que planejar e gerenciar a utilização das águas para cada uma das bacias hidrográficas que compõem o território político-administrativo é tarefa a ser desempenhada pelas instituições públicas responsáveis pelo desenvolvimento econômico, social e de conservação ambiental.

No entanto, para efetuar trabalhos com esta finalidade, deve-se escolher cautelosamente a escala adotada. Um projeto de planejamento

exige a implantação de diversas etapas vinculadas desde a implantação do mesmo até as atividades de monitoramento dos resultados obtidos. Alguns autores como Botelho (1999), na tentativa de tornar este trabalho mais eficiente afirma que é possível desenvolver projetos de planejamento em bacias hidrográficas de menores dimensões, as quais são denominadas de micro-bacias hidrográficas. Ainda não existe um consenso quanto ao tamanho atribuído para cada um dos termos, micro-bacia e bacia hidrográfica. Alguns autores como Rocha (2001), afirmam que a única diferença entre bacia e micro-bacia hidrográfica é a dimensão, que no caso da micro-bacia não deve ser maior do que 10.000 hectares.

Assim, considerando que ainda não existe uma concordância entre os pesquisadores na utilização e na definição da terminologia adequada e pelo fato da área de estudo apresentar valores maiores do que o máximo para uma micro-bacia, conforme descrito por Rocha (2001) optou-se por adotar no presente trabalho o termo bacia hidrográfica.

3.4. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Fernandes (2004) discorrendo sobre problemas da política e da gestão urbano-ambiental no Brasil, afirma que desde a Constituição de 1988 muitas mudanças positivas na política ambiental foram consolidadas. Entre outros avanços, o mais significativo refere-se às regulamentações introduzidas na Constituição Federal que tem oferecido suporte as novas leis ambientais em todos os níveis de governo.

Na tentativa de balizar as questões ambientais, bem como as ações de caráter aplicativo, foi promulgado um conjunto de leis federais, estaduais e municipais que agem como instrumento de regulação e de normatização. É importante destacar que esta grande quantidade de leis é capaz de promover a proteção do meio ambiente, porém o conhecimento e aplicação das mesmas são ainda insatisfatórios Cunico (2007).

Para Costa (2001), a legislação ambiental brasileira, entre outras coisas, especifica quais as áreas que devem ser preservadas em um espaço geográfico. O Código Florestal, Lei 4.771 de 15 de Setembro de 1965 foi o

primeiro instrumento legal onde foi definido o termo área de preservação permanente. Ele aborda, em seu primeiro artigo, que as florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do país, exercendo-se os direitos de propriedade com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta lei estabelece.

Esta Lei, em seu artigo segundo, explana que ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima encontra-se especificada, corresponde a áreas de preservação permanente. Sendo assim, a Lei prevê que sejam resguardados:

- ✓ 30 metros para rios com menos de 10 metros de largura;
- ✓ 50 metros para rios de 10 a 50 metros de largura;
- ✓ 100 metros para rios de 50 a 200 metros de largura;
- ✓ 200 metros para rios de 200 a 600 metros de largura;
- ✓ 500 metros para rios com largura maior que 600 metros;
- ✓ ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;
- ✓ nas nascentes permanentes ou temporárias, incluindo os olhos d'água e veredas, seja qual for sua situação topográfica, com uma faixa mínima de 50 metros a partir de sua margem, de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia de drenagem contribuinte;
- ✓ no topo de morros, montes, montanhas e serras;
- ✓ nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 100% ou 45° na sua linha de maior declive;
- ✓ nas restingas, em faixas mínimas de 300 metros a contar da linha de preamar máxima;
- ✓ nos manguezais; em toda a sua extensão;
- ✓ nas dunas, como vegetação fixadora;
- ✓ nas bordas de tabuleiros ou chapadas, em faixa com largura mínima de 100 metros;

- ✓ em altitude superior a 1.800 metros, qualquer que seja a sua vegetação;
- ✓ nas áreas metropolitanas definidas em lei, quando a vegetação natural se encontra em clímax ou em estágios médios e avançados de regeneração;
- ✓ Nas montanhas ou serras, quando ocorrem dois ou mais morros cujos cumes estejam separados entre si por distâncias inferiores a 500 metros, a área total protegida pela Reserva Ecológica abrangerá o conjunto de morros em tal situação e será delimitada a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura, em relação à base do morro mais baixo do conjunto.

Cumico (2007) salienta que a partir da década de 60 e 70 iniciaram-se os movimentos ambientalistas, acentuando a preocupação com a temática ambiental, principalmente em função das Conferências organizadas pelas Nações Unidas. Colares (2000) acrescenta que em resposta a pressão das organizações internacionais insatisfeitas com a ausência de políticas ambientais no país, em 1973 é criada a Secretaria de Meio Ambiente - SEMA em nível federal. Este mesmo autor aponta que só a partir de 1980 é que a política ambiental brasileira se destaca. É criada a Lei Nacional de Meio Ambiente, a Lei Federal 6.938 de 31 de Agosto de 1981, que institui a Política Nacional do Meio Ambiente, Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, disciplina os procedimentos necessários para o desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico e tem no Zoneamento Ambiental um dos seus instrumentos.

Também na década de 1980 é criado o órgão consultivo e deliberativo do Sistema nacional de Meio Ambiente o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Posteriormente a consolidação deste pela Constituição Federal, as leis estaduais também passaram a adotar a temática ambiental. Isso também se aplicou aos municípios que promulgaram suas leis baseadas nas federais e estaduais ajustando e

detalhando suas especificidades de acordo com a realidade de cada local (Ross 1996).

Em 1998 passa a desenvolver atividades o Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, de acordo com o que determina a Lei 9.433 de 08 de Janeiro de 1997 que Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos além de definir a bacia hidrográfica como unidade territorial para sua implantação além de aprovar as propostas e diretrizes para a formação e funcionamento dos Comitês de Bacias Hidrográficas.

Estes foram os principais avanços em relação às políticas ambientais ocorridas em âmbito Federal. Em relação ao Estado do Amazonas é considerada importante para realização deste trabalho, a Lei Estadual 3.167 de 27 de Agosto de 2007 reformula as normas disciplinadoras da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, baseia-se dentre outros, no fundamento de que a bacia hidrográfica é a unidade territorial de planejamento para implantação desta política e atuação deste sistema e para fins de gestão promove a divisão do Estado do Amazonas, considerando-se as suas bacias hidrográficas. Nos seus objetivos assegura o florestamento e o reflorestamento das nascentes e margens dos cursos hídricos tendo como uma de suas diretrizes a manutenção e recuperação de matas ciliares e de proteção dos corpos de água e o desenvolvimento de programas permanentes de preservação e proteção destas áreas. Dentre os Instrumentos desta política estão os Planos de Bacia Hidrográfica, o Plano Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema Estadual de Informações sobre recursos Hídricos e o zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Amazonas o qual dará apoio à elaboração, revisão e alteração dos Planos de Bacia Hidrográfica e do Plano Estadual de Recursos Hídricos observando sempre a aptidão ou não de uma determinada área para atividade proposta.

Esta Lei adota como critério para Elaboração dos Planos de Bacia Hidrográfica a obrigatória consideração da variável ambiental, incorporando-se ao planejamento de uso de cada bacia hidrográfica Estudos Prévios de

Impacto Ambiental e respectivos Relatórios de Impactos Ambientais quando necessário, com vistas à formação de um juízo prévio das condições ambientais das bacias correspondentes. Além disso, constarão no Plano Estadual de recursos Hídricos, dentre outros, propostas para criação de áreas sujeitas à restrição de uso, com vista proteção dos recursos hídricos.

3.5. CRITÉRIOS E OBJETIVOS MÚLTIPLOS

3.5.1 CONCEITOS BÁSICOS

Segundo Silva (2003), a utilização de técnicas de otimização fundamentadas em processos que envolvem múltiplos objetivos vem crescendo de forma significativa em diversas áreas, especialmente no que se refere a problemas de tomada de decisão no meio rural.

Para efetivar um zoneamento, normalmente são definidos critérios variados, além de existir a necessidade de tomada de decisão baseada em objetivos conflitantes. Desta maneira, as diferentes estratégias de avaliação sob critérios múltiplos e resolução de conflitos podem ser utilizadas como ferramentas de suporte ao zoneamento.

O forte desenvolvimento da ciência de decisão vem permitindo tratar os problemas de tomada de decisão de forma eficiente desde os mais simples aos mais complexos. Os diferentes métodos e técnicas existentes permitem, ao tomador de decisão (TD), de acordo com o problema que deseja solucionar, escolher a melhor forma de tratá-lo. Porém, a ciência de decisão que aplica estes vários métodos tem os seus conceitos e estes precisam ser bem entendidos (Fatureto, 1997).

Com base em Costa (2001); Crepani *et al.* (1996); Ross (1995); Fatureto (1997); Santos (2004) são apresentados os conceitos mais utilizados quando se aplicam as técnicas de critérios múltiplos ou multicritérios:

- a) **Critérios:** são todos os atributos que forem considerados relevantes pelo Tomador de Decisão (TD) em uma dada situação de decisão e correspondem a um termo mais geral, e são

equivalentes a padrões que o guiam. É alguma base para uma decisão que pode ser medida e avaliada.

- b) **Objetivo:** é a escolha de quais atributos serão otimizados. Um objetivo é estritamente identificado com as necessidades e desejos do TD. Representa direções de melhora ou preferência ao longo de atributos individuais, ou conjuntos de atributos. Objetivos não são atributos, mas são derivados deles. Um atributo transforma-se em um objetivo quando é associado a um propósito, ou a uma direção de melhora. Embora um atributo possa ser medido de forma precisa, um objetivo envolve uma mudança no atributo, e por isso pode ser mais difícil medir de forma satisfatória. Exemplos de objetivos são maximizar lucros, minimizar custos, minimizar riscos e minimizar danos ao ambiente.
- c) **Alvo:** corresponde a um nível aceitável de alcance para qualquer um dos atributos. Combinando um atributo e um alvo, tem-se uma **meta**. Metas são também completamente identificadas com as necessidades e desejos do TD. São determinadas *a priori* e valores ou níveis específicos são definidos para cada uma delas. Metas referem-se, de forma não ambígua, a níveis particulares de alcance que podem ser definidos tanto em termos de atributos como de objetivos. Em termos de planejamento, por exemplo, a margem bruta obtida é um atributo, maximizar a margem bruta é um objetivo, e atingir uma margem bruta de pelo menos um determinado valor alvo é uma meta;
- d) **Regra de Decisão:** é o procedimento pelo qual os critérios são selecionados e combinados para se chegar á uma particular avaliação. A regra de decisão pode envolver um simples critério ou vários critérios de avaliação e é estruturada no contexto de um objetivo específico;
- e) Finalmente, **Avaliação** é o processo atual de aplicar a regra de decisão.

Para Costa (2001), a tomada de decisão é um processo dinâmico, sendo uma complexa busca por informações, cheia de desvios, enriquecida pelo *feedback* resultante da análise de todas as direções e das buscas possíveis, reunindo e descartando informações, alimentada por incertezas e conceitos indistintos e conflitantes, alguns específicos, outros não. Este processo de decisão é uma sucessão de estágios de pré-decisão e pós-decisão, alternando-se dentro de uma determinada região.

3.6. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

3.6.1 DEFINIÇÃO, FUNÇÃO E COMPONENTES

Para Costa (2001), o uso de sistemas de informações geográficas (SIG) tem crescido drasticamente tornando-se comum em empresas, universidades, governos e em avaliação e monitoramento dos recursos naturais, apresentando as mais diversas aplicações. Conseqüentemente, diferentes definições e denominações têm sido dadas ao SIG.

Câmara & Medeiros (1996) relata que o termo Sistema de Informações Geográficas (SIG) é aplicado para sistemas que realizam tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também, através de sua localização espacial. Oferecem ao administrador (urbanista, planejador, engenheiro) uma visão inédita de seu ambiente de trabalho e de todas as informações disponíveis sobre determinado assunto e localização geográfica. Para que isso seja possível, a geometria e os atributos dos dados num SIG devem estar georreferenciados, isto é, localizadas na superfície terrestre e representadas numa projeção cartográfica.

Uma definição bem aceita de SIG é que ele compreende uma coleção organizada de hardware, software, dados geográficos e pessoal, projetado para eficientemente capturar, estocar, atualizar, manipular, analisar e visualizar todas as formas de informação geograficamente referenciadas.

Segundo Costa (2001) há pelo menos três grandes maneiras de se utilizar um SIG:

- a) como ferramenta para produção de cartas;
- b) como suporte para análise espacial de fenômenos e
- c) como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

De acordo com isso, Goodchild & Rhind (1990) afirmam que a habilidade de um sistema de informações geográficas para a análise espacial de dados é freqüentemente vista como um elemento chave na sua definição, e tem sido utilizada como uma característica a qual distingue o SIG de sistemas cujo objetivo primário é a produção de cartas.

Por sua vez, Câmara & Meireles (1996) considera que a estrutura básica de um SIG é constituída por quatro componentes principais:

- a) Entrada de dados: feita a partir de várias fontes, entre as quais dados vetoriais e matriciais (*raster*), provenientes de fotos aéreas, dados alfanuméricos georeferenciados em papel ou formato digital e dados provenientes de imagens *raster* (imagens de satélite);
- b) Gerenciamento de dados: este sistema é conhecido como SGBD - sistemas gerenciadores de banco de dados, ou DBMS - "*data base management system*". Quanto ao modelo de armazenamento e busca de informações, os SGBD são classificados em: seqüencial, hierárquico, de rede, relacional e orientado a objetos;
- c) Manipulação e análise de dados: a análise de dados geográficos utiliza técnicas de processamento que lidam com estruturas tanto do tipo matricial quanto vetorial;
- d) Saída: inclui programas para exibição de mapas, gráficos e informações alfanuméricas em impressora, tela do computador, traçador gráfico, unidades de disco magnético, disquetes, entre outros.

De forma mais simplificada, Câmara & Medeiros (1996) salienta que um SIG deve ter os seguintes componentes: interface com usuários; entrada e integração de dados; funções de processamento gráfico e de imagens; visualização e plotagem e armazenamento e recuperação de dados

organizados sob a forma de um banco de dados geográficos, conforme ilustra a Figura 02.

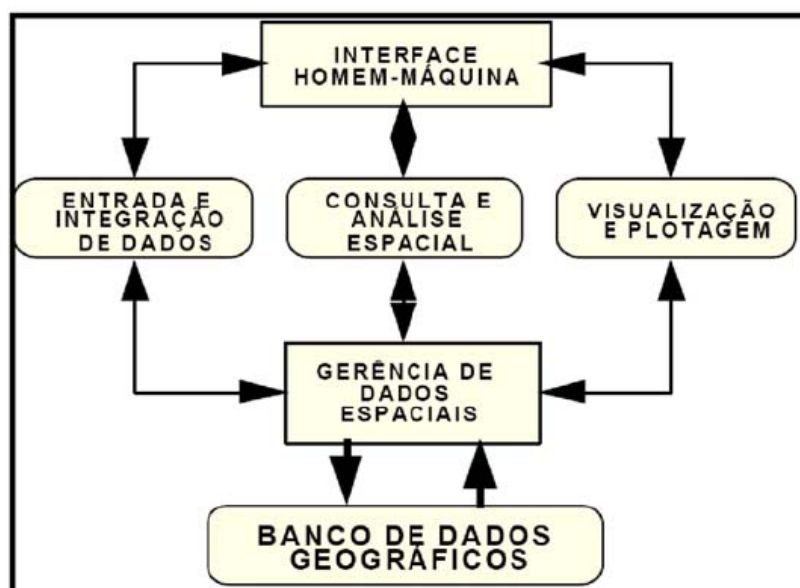


Figura 02 – Arquitetura de um SIG e o inter-relacionamento entre seus componentes.

Fonte: CÂMARA, *et al.* (1996).

3.6.2 APLICAÇÕES DO SIG EM ZONEAMENTOS

Os SIGs são bastante utilizados atualmente, no que se refere a estudos integrados sobre o meio ambiente. Diversas aplicações são encontradas em Cunico (2007); Santos (2004) e Costa (2001). Autores como Santos *et al.* (1997) apontam algumas vantagens, desvantagens e dificuldades no uso de SIGs nos estudos desta natureza.

Autores como Meirelles (1997) e Medeiros (1999) desenvolveram uma proposta de um sistema de informação para planejamento ambiental, objetivando facilitar a tomada de decisão dos governos regionais e centrais da Espanha. Estes autores indicam o uso de SIGs como forma de agilizar a separação de unidades homogêneas inicialmente e auxiliar na tomada de decisões.

Conforme descrições de Silva (2003), no Brasil, há diversos estudos integrados, com a utilização de SIGs, abrangendo diferentes tamanhos de áreas geográficas e diferentes objetivos. Basicamente, podem-se identificar dois tipos de estudos: uni-objetivo e multi-objetivos.

Os estudos uni-objetivo seriam aqueles direcionados para produtos ou temas, tais como zoneamento do café, zoneamento climático ou zoneamento agrícola, ou ainda, àqueles estudos voltados para a análise da viabilidade ambiental de um determinado empreendimento com o objetivo de otimizar o custo-benefício (econômico, social e ambiental) da sua implantação. Estes últimos se relacionam estreitamente com o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e buscam determinar a localização adequada da atividade em questão.

Os estudos multi-objetivos referem-se aqueles que buscam identificar unidades homogêneas no ecossistema sem a preocupação, a priori, de um empreendimento ou atividade a ser instalada. Porém, em função da vulnerabilidade e da aptidão do meio ambiente buscam determinar uma série de indicações de uso e a construção de cenários alternativos.

3.7. SENSORIAMENTO REMOTO

3.7.1 DEFINIÇÕES

Tão importante quanto os SIG's para a análise ambiental são as técnicas de sensoriamento remoto. Existem várias definições de sensoriamento remoto concebidas por diferentes autores. Lillesand & Kiefer (1994) utilizam a seguinte definição: "Sensoriamento Remoto é a ciência ou a arte de obter determinadas informações sobre um objeto, área ou fenômeno através da análise obtida por um aparelho que não esteja em contato com o objeto, área ou fenômeno sob investigação".

Novo (1992) utiliza o seguinte conceito: "Sensoriamento Remoto é a utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves, etc., com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra em suas mais diversas manifestações".

Um dos pontos concordantes entre todos os estudiosos de sensoriamento remoto é que esta técnica utiliza-se da radiação

eletromagnética (REM) para a obtenção da informação. Esta radiação é definida por Novo (1992) como “uma propagação de energia, por meio de variação temporal dos campos elétrico e magnético, da onda portadora”.

O sol é a principal fonte natural de radiação eletromagnética disponível para sensoriamento remoto, mas a Terra também é considerada uma importante fonte natural de radiação eletromagnética.

A completa faixa de comprimentos de onda e de frequência da REM é chamada de espectro eletromagnético (Figura 03). Este espectro varia desde as radiações gama com comprimentos de onda da ordem de 10^{-6} μm , até as ondas de rádio da ordem de 100 m (Novo, 1992).

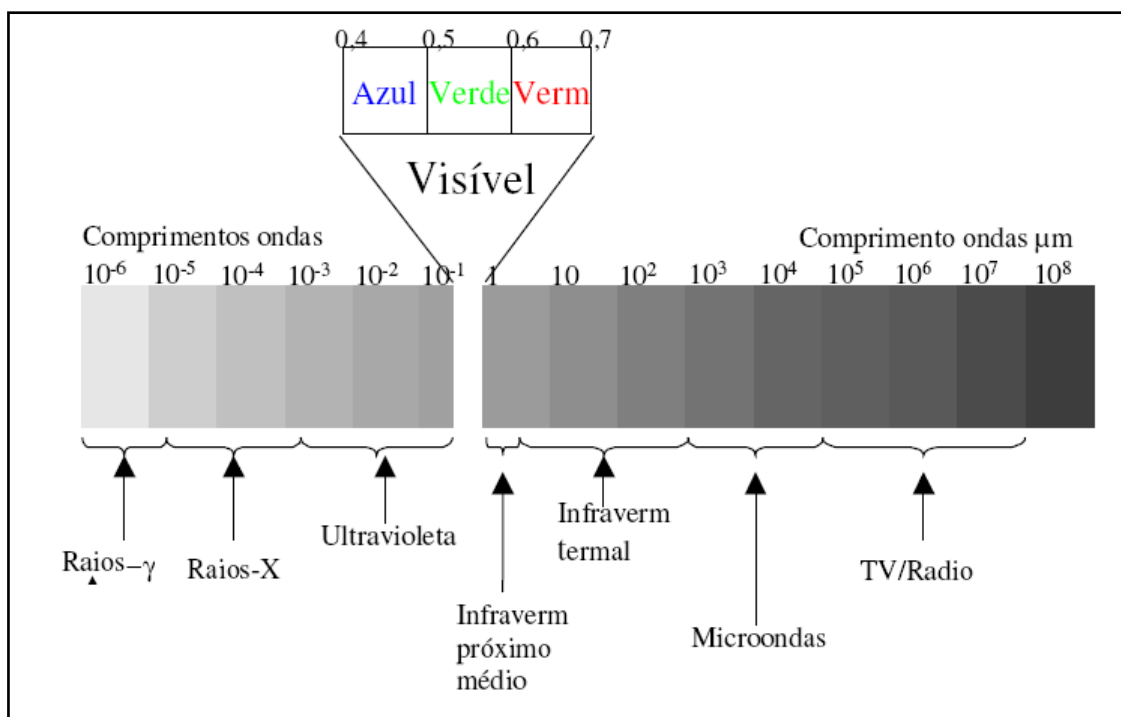


Figura 03 – Ilustra o Espectro Eletromagnético.

Fonte: Costa (2001).

3.7.2 SISTEMA LANDSAT E O SENSOR THEMATIC MAPPER - TM

O sistema LANDSAT foi o primeiro a obter de forma sistemática, imagens terrestres sinópticas de média resolução. Desenvolvida pela NASA a série de satélites LANDSAT iniciou sua operação em 1972 e até o momento lançou 7 satélites. A série passou por inúmeras inovações, especialmente os sistemas sensores que atualmente obtêm imagens em 7 bandas espectrais Novo, (1992).

Dos satélites LANDSAT lançados até o momento, o único que continua em operação é o LANDSAT 5 lançado em Março de 1984. Este satélite opera a uma altitude de 705 km e possui uma resolução temporal de 16 dias, dois a menos que os Landsat 1, 2 e 3. Este satélite representa a ponte entre as antigas e as novas gerações de sistemas orbitais de coleta de dados, foi lançado com o objetivo de obter imagens da superfície terrestre através de dois sistemas sensores, o *Multispectral Scanner Subsystem – MSS* e o *Thematic Mapper – TM* (Novo, 1992).

O sensor TM, opera em sete bandas espectrais, sendo três na região do visível, três na região do infravermelho refletido e uma na região termal. A largura de faixa imageada é de 185 km, sua resolução espacial do sensor que opera nas regiões do visível e do infravermelho refletido, é de 30 x 30 metros e a do sensor do termal é de 120 x 120 metros (Rayol, 2007).

As principais aplicações do sensor TM são: mapeamento de água costeira; diferenciação entre solo e vegetação; refletância de vegetação verde sadia; levantamento de biomassa, delineamento de corpos d' água, entre outros.

3.7.3 QUICKBIRD

O QuickBird, desenvolvido pela empresa americana Digital Globe e lançado em 18 de outubro de 2001, é o satélite comercial com imageador de maior resolução espacial: 61 cm para cada banda pancromática e 2,4 metros para as multiespectrais. Apresenta órbita heliosíncrona, com 98 graus de inclinação e altitude de 450 km, a faixa imageada é de 16,5 x 16,5 km,

possui uma resolução temporal de 1 a 3,5 dias, dependendo da altitude (Rayol, 2007).

Este sensor se destaca pela sua aplicabilidade em mapeamentos urbanos e rurais que exijam alta precisão de dados (cadastro, redes, planejamento, telecomunicações, saneamento, transportes); mapeamentos básicos e aplicações gerais em Sistema de Informações Geográficas; uso do solo com ênfase em áreas urbanas; estudo de áreas verdes urbanas, estimativas de colheitas e demarcação de propriedades rurais; laudos periciais em questão ambientais, entre outros (Araújo *et al*, 2007).

No sensoriamento remoto dos recursos naturais, as imagens Quickbird são as que têm sido mais empregadas para monitoramento do meio ambiente urbano, porém a área mínima que pode ser adquirida (comprada) é de 25 km², para imagens de arquivo e 64 km² para novas aquisições.

3.7.4 CLASSIFICAÇÃO DIGITAL DE IMAGENS DE SATÉLITE

A classificação digital é o processo voltado a extração de informações das imagens de sensoriamento remoto, para o reconhecimento de padrões e produção de cartas temáticas.

Para Crosta (1992), a classificação diz respeito a associação de cada *pixel* da imagem a um “rótulo”, descrevendo um objeto real. Desta forma, as características de cada *pixel* são associadas a um tipo de cobertura do terreno (água, tipo de vegetação, tipo de terreno, tipo de solo ou de rocha, etc.).

A classificação se baseia em métodos de reconhecimento de padrões. Segundo Novo (1992), as técnicas de classificação digital implicam a aplicação de um processo de decisão para que o computador possa atribuir certo conjunto de pontos de imagens (*pixels*) a uma determinada classe previamente definida.

A maioria dos classificadores baseia-se, exclusivamente, na detecção de assinatura espectral (isto é, padrões de resposta espectral) de classes de cobertura do solo. Neste caso, para que a classificação seja bem sucedida, é necessário que as assinaturas espectrais dos alvos sejam bem definidas e

distintas entre si permitindo a destinação dos alvos com segurança (Iwai, 2003).

As técnicas de classificação de imagens podem ser divididas em dois grupos principais:

- ✓ Classificação supervisionada: os atributos espectrais de um determinado *pixel* são comparados com aqueles relativos a uma área de treinamento, definida pelo usuário, com base no conhecimento da realidade terrestre. Esta técnica foi utilizada na realização deste trabalho e é aplicada quando o classificador (usuário) tem conhecimento da área de estudo por meio de trabalhos de reconhecimento de campo “verdade terrestre” e define as assinaturas espectrais para cada tipo de uso e cobertura do solo. O usuário deve identificar na imagem, as áreas representativas de cada classe de interesse. Estas áreas são as chamadas áreas de treinamento, onde serão reconhecidas as assinaturas espectrais das classes de interesse.
- ✓ Classificação não supervisionada: o reconhecimento de padrões é realizado automaticamente, pela análise de todos os *pixels* que compõem a imagem da identificação de agrupamentos, que são utilizados na área de treinamento.

3.8 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Em 18 de Julho de 2000, foi criada a Lei Nº 9.985, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), estabelece normas e critérios para criação, implantação e gestão de unidades de conservação. Esta Lei define Unidade de Conservação como sendo “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”.

A partir desta lei também são criadas categorias de unidades de conservação, agrupadas da seguinte forma:

- a) **Unidades de Proteção Integral:** nestas unidades não pode ser feito o uso direto dos recursos naturais, estão inseridas neste grupo a Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre.
- b) **Unidades de Uso Sustentável:** nestas pode ser feito o uso dos recursos naturais de forma sustentável e estão inseridas neste grupo as categorias: Área de Proteção Integral, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular de Patrimônio Natural.

Cada uma destas categorias de unidades de conservação possui diferentes graus de permissão de uso, umas mais restritivas como Parques e Reservas Biológicas e outras de uso mais flexível, como as Áreas de Proteção Ambiental e as Reservas de Desenvolvimento Sustentável (Pinto, 2005).

Segundo o Governo do Estado do Amazonas, a partir do dia 05 de Junho de 2007, é de responsabilidade do Centro Estadual de Unidades de Conservação – CEUC estabelecer critérios e normas para criação, implantação e gestão das unidades de conservação no Estado do Amazonas. Esta iniciativa consolida a política estadual de meio ambiente pela conservação da biodiversidade e da melhoria da qualidade de vida das populações locais, regionais e globais.

Em termos municipais, têm-se o Plano Diretor Urbano e Ambiental de Manaus criado em 2001 e nele estão listadas as unidades de conservação que integram o território municipal:

I - Sob tutela Federal:

- a) Estação Ecológica de Anavilhanas;
- b) Reserva Florestal Adolpho Ducke;

II - Sob tutela Estadual:

- a) APA Estadual da Margem Esquerda do Rio Negro – Setor Tarumã Açu / Tarumã Mirim;
- b) APA Estadual Margem Esquerda do Rio Negro – Setor Aturiá / Apuauzinho;
- c) PAREST Parque Estadual de Rio Negro Setor Sul;
- d) PAREST do Rio Cuieiras;

III - Sob tutela Municipal:

- a) APA do Puraquequara;
- b) APA do Tarumã / Ponta Negra;
- c) RDS do Tupé;
- d) RDS de Jatuarana;
- e) Reserva Ecológica Sauim Castanheira.

Sobre as unidades de conservação que estão inseridas na Bacia Hidrográfica do Tarumã são apresentadas as seguintes características:

- ✓ **Área de Proteção Ambiental Tarumã / Ponta Negra:** compreende área de domínio público e privado, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos bióticos, abióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem estar das populações humanas e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais;
- ✓ **Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé:** criada pelo decreto Municipal Nº 8.044 de 25 de Agosto de 2005, a RDS do Tupé apresenta uma área total de 11.973 ha, possui o objetivo básico de preservar a natureza e, ao mesmo tempo, assegurar as condições e os meios necessários para a reprodução e a melhoria dos modos e da qualidade de vida e exploração dos recursos naturais das populações tradicionais, bem como valorizar, conservar e aperfeiçoar o conhecimento e as técnicas de manejo do ambiente, desenvolvidas por estas populações;

- ✓ **Reserva Florestal Adolpho Ducke:** sob responsabilidade do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA encontra-se situada 26 km ao norte de Manaus, possui floresta tropical úmida de terra-firme com área aproximada de 10.000 ha. A “Reserva Ducke”, como é chamada, é uma área de proteção ambiental de importância para a preservação da vida selvagem, flora, fauna ou características geológicas e outras de especial interesse Ribeiro (1976);
- ✓ **Parque Estadual do Rio Negro Setor Sul:** criado pelo decreto Estadual Nº 16. 497 de 02 de abril de 1995 com uma área aproximada de 436.042 ha, sendo 257.422 ha no setor sul e 178.620 ha no setor norte. Tem por finalidade precípua, a preservação dos ecossistemas naturais englobadas, contra quaisquer alterações que os desvirtuem, destinando-se a fins científicos, culturais, educativos e recreativos;
- ✓ **Área de Proteção Ambiental da Margem Esquerda do Rio Negro:** criada pelo Decreto Estadual 16.498 de 02 de abril de 1995 destina-se a proteger e conservar a qualidade ambiental e os sistemas naturais ali existentes, visando à melhoria da qualidade de vida da população local e também objetivando a proteção dos ecossistemas regionais.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Manaus, capital do Estado do Amazonas está situada à margem esquerda do rio Negro, a 18 km à montante de sua confluência com o rio Solimões e a quase 2.000 km do litoral Atlântico. Está localizada a 3° 8' 7" de latitude Sul e a 60° 18' 34" de longitude a Oeste de GREENWICH. A sua altitude é de 21m acima do nível do mar, dista 1.931,5 km de Brasília em linha reta (Bühning *et al*, 2006).

Os limites da cidade de Manaus são com os municípios de Itacoatiara, Iranduba, Careiro, Rio Preto da Eva, Presidente Figueiredo e Novo Airão. Possui uma superfície de 11.401 km², destes 377 km² representam a área urbana, o que corresponde a 3,3% do território municipal. A população do município é de 1.646.602 habitantes o que representa uma densidade demográfica de 144,42 habitantes por quilômetro quadrado SEPLAN (2007).

O clima é caracterizado como tropical chuvoso, com temperatura média de 26°C e amplitude térmica entre o mês mais quente e o mês mais frio não ultrapassando 5°C. A precipitação média anual é de 2.000 mm por mês e a umidade relativa do ar de 80% (INMET, 1997). A área do município possui superfície aparentemente plana, onde predomina o tipo de solo latossolo amarelo, nas áreas de declive ocorre a formação de Podzol Vermelho Amarelo e na beira de igarapés, o tipo Solos Hidromórficos (Costa, 2001).

A cidade encontra-se assentada num complexo sistema hídrico formado por quatro grandes bacias hidrográficas, sendo: São Raimundo, Puraquequara, Educandos e Tarumã além de um conjunto de sub-bacias que, condicionadas pela situação climática, conferem particularidades ao quadro urbano: as cheias do Rio Negro determinam freqüentes situações de alerta aos habitantes com inundações e desmoronamentos. As populações mais atingidas são principalmente aquelas residentes nas áreas suscetíveis às inundações, impróprias à ocupação, ou seja, aquelas localizadas nas margens dos igarapés e na orla ribeirinha do Rio Negro.

A área de estudo da pesquisa foi denominada de bacia hidrográfica do Tarumã, está localizada na zona Norte e Oeste de Manaus. Esta área abrange os rios Tarumã Mirim e Tarumã Açu e seus afluentes (Figura 04) e possui uma área total de 184.046,08 hectares, o que corresponde a 16% da área territorial do município de Manaus. Nessa região concentra-se uma população urbana aproximada de 496.158 habitantes o que representa uma densidade demográfica de 44 hab/ha. Além disso, esta bacia hidrográfica tem a peculiaridade de estar localizada totalmente dentro do território do município.

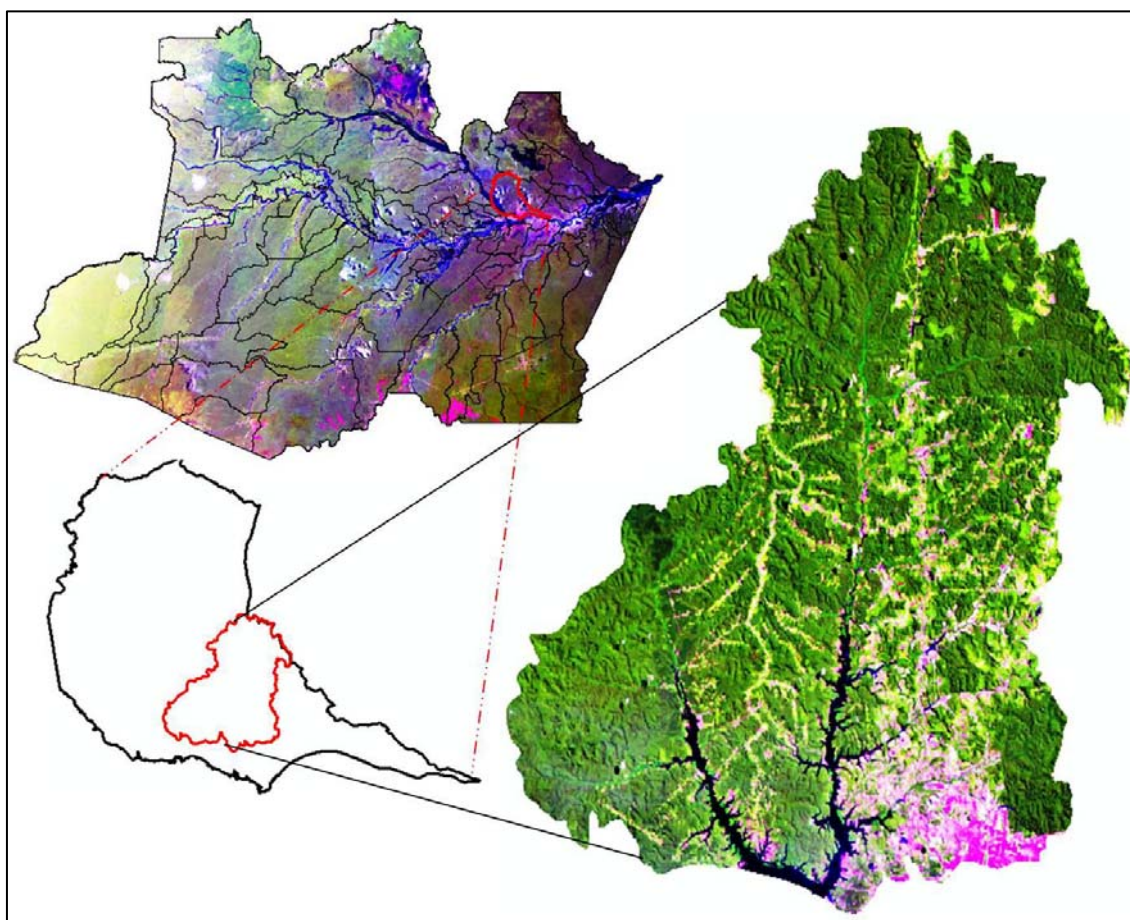


Figura 04: Localização da área de estudo.

4.2 MATERIAIS UTILIZADOS

- a) Bibliografia obtida via revisão de literatura e informações de especialistas;
- b) Microcomputador PC com alguns periféricos (scanner e impressora);
- c) Cartas topográficas escala 1:100.000 referentes área de estudo, correspondentes as folhas SA.21-Y-C-I, MI-517; SA.21-Y-A-IV, MI-518; SA.21-Y-C-I, MI-579 e SA.20-Z-D-III, MI-578, todas produzidas pelo Ministério do Exército – Departamento de Engenharia e Comunicações, Diretoria de Serviço Geográfico – Região Norte do Brasil, ano de 1980.
- d) Base Cartográfica Digital contendo os seguintes temas: Hidrografia, Declividade, Áreas de Preservação Permanente – APP, Unidades de Conservação, Sistema Viário, Tipos de Vegetação e de Solos.
- e) Imagem digital gerada pelo Satélite Landsat-5, sensor TM, órbita 231, ponto 62, bandas 3, 4 e 5, referente ao ano de 2008 obtidas pelo catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, *download* gratuito;
- f) Receptor GPS, GARMIN 65 CXs e;
- g) Sistema de Informações Geográficas – SIG;
- h) Laboratório de Geotecnologias da UFAM.

4.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.3.1 ESTRUTURAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA DE DADOS BIOFÍSICOS SOBRE A BACIA HIDROGRÁFICA DO TARUMÃ, MANAUS – AM.

O procedimento metodológico adotado nesta fase inclui três etapas: 1) Levantamento dos dados disponíveis; 2) Processamento dos dados e verificação da verdade de campo e finalmente 3) Análise e elaboração das cartas.

1) Levantamento dos dados disponíveis: esta fase compreendeu a triagem das informações bibliográficas e cartográficas necessárias e úteis à pesquisa, que foram de suma importância para garantir a qualidade dos produtos gerados. Envolveu a aquisição das cartas topográficas, coleta e seleção da imagem a ser processada, além de outros produtos em formato digital, isto é, dados secundários referentes as cartas temáticas como: vegetação, solos, unidades de conservação, geomorfologia e acesso a área de estudo. Estas informações representam as características do meio físico e meio biótico. Além destas, foram utilizados também trabalhos escritos e disponíveis em meios analógico e digital sobre a área de estudo. As principais fontes contatadas foram órgãos das esferas municipal (SEMMA), estadual (IPAAM, IDAM e SDS) e federal (IBAMA, EXÉRCITO, INPA, UFAM, IBGE e INPE), além de pessoas com amplo conhecimento sobre o histórico da área para obtenção de informações. Na figura 05 é ilustrada a forma resumida desta fase do trabalho.

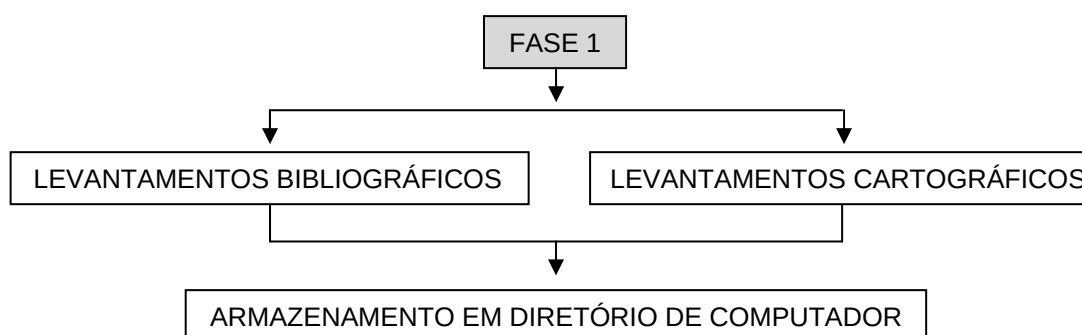


Figura 05: Levantamento de dados.

2) Processamento dos dados e verificação da verdade de campo:

depois de realizado o levantamento dos dados disponíveis sobre a área de estudo, foram selecionados aqueles temas que fariam parte da base cartográfica, obedecendo-se os seguintes critérios:

- i. A confiabilidade da origem dos dados;
- ii. A qualidade das informações disponíveis e;
- iii. O nível da condição dos dados analógicos para digitalização.

Após a seleção dos dados, aqueles em formato analógico (papel) foram digitalizados utilizando scanner com resolução de 400 dpi, em seguida foram armazenados em diretório de computador. As informações digitalizadas foram as cartas topográficas escala 1:100.000 referentes a área de estudo, correspondentes as folhas SA.21-Y-C-I, MI-517; SA.21-Y-A-IV, MI-518; SA.21-Y-C-I, MI-579 e SA.20-Z-D-III, MI-578, todas produzidas pelo Ministério do Exército – Departamento de Engenharia e Comunicações, Diretoria de Serviço Geográfico – Região Norte do Brasil, ano de 1980 (Figura 06).

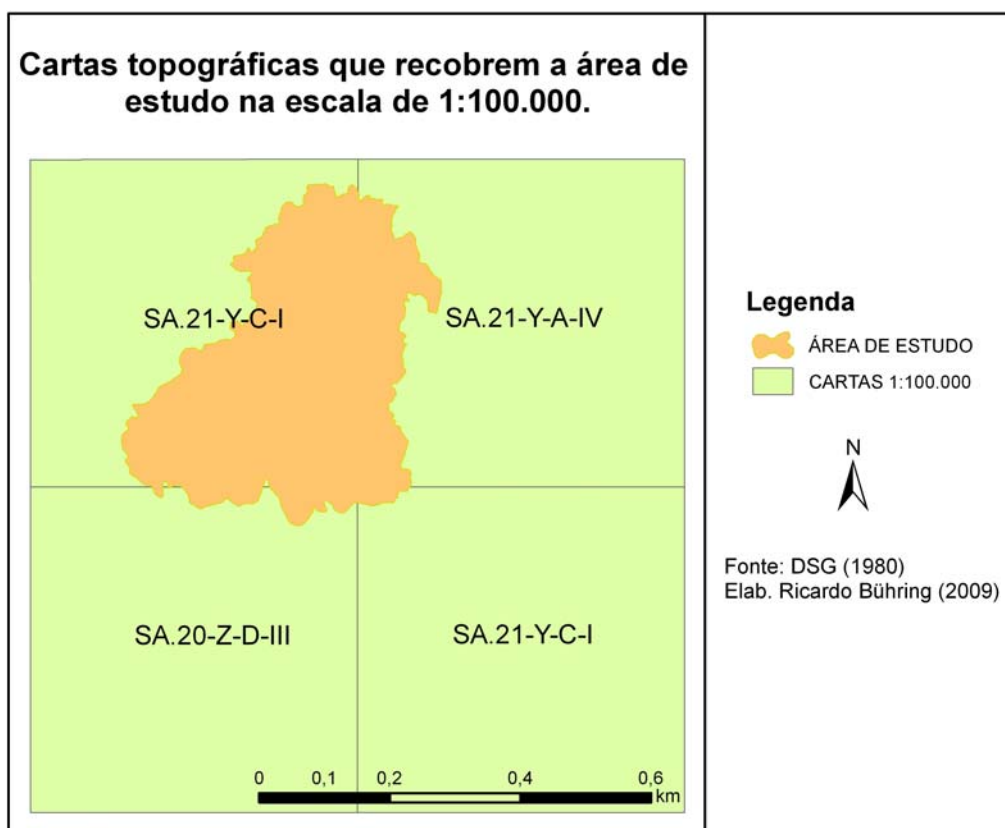


Figura 06: Cartas Topográficas que cobrem a área de estudo.

Depois da digitalização das cartas, estas foram georreferenciadas utilizando o Datum Horizontal SAD 69 (*South American Datum 1969*). Este Datum é indicado para correção da superfície terrestre em relação ao norte magnético para America do Sul. O Sistema de Projeção de Coordenadas foi o Lat/Long em Graus Decimais com seis casas decimais.

Com base nas cartas já georreferenciadas foi realizado o georreferenciamento da imagem do Satélite Landsat-5, sensor TM, órbita 231, ponto 62, bandas 3, 4 e 5, referente ao ano de 2008. Esta imagem passou por um processo de composição colorida gerando a falsa cor R5 G4 B3, após este processo a imagem teve seus detalhes realçados aumentando assim o contraste entre as diferentes formas de uso do solo e cobertura vegetal existentes na área de estudo.

De posse da imagem (composição colorida) e das cartas topográficas georreferenciadas foi extraído o divisor de águas que nada mais é do que as cristas das elevações do terreno que separam a drenagem da precipitação entre duas bacias adjacentes, assim se obteve o limite da área de estudo. Este limite foi utilizado para recortar a imagem, as cartas topográficas e os arquivos vetoriais que cobrem a área.

Após scaneados e georreferenciados foi iniciado o processo de digitalização que consistiu na extração de informações dos arquivos digitais em formato *raster* e transformação destas em formato vetorial (linhas, pontos e polígonos). Isso permitiu descrever de forma qualitativa a distribuição espacial de uma grandeza geográfica.

O primeiro passo foi digitalizar a rede de drenagem presente na área de estudo. Os dados foram extraídos das cartas do exército e comparados com a imagem de satélite, as informações que não estavam contidas nas cartas foram atualizadas pelas imagens, isso tornou possível gerar um arquivo vetorial contendo os recursos hídricos presentes na área de estudo.

As imagens de Radar SRTM_25_13 e SRTM_24_13 foram utilizadas para gerar o Modelo Digital de Elevação da área de estudo, neste procedimento foi utilizada a metodologia desenvolvida por Pinto (2005), que criou quatro classes de declividade com intervalo de 15°. Segundo este autor

este intervalo permite evidenciar as diferentes rupturas dos segmentos de relevo dos compartimentos morfológicos. A primeira classe compreende níveis de declividade até 15°, a segunda classe compreende níveis de declividade entre 15° e 30°, na terceira classe estão inseridos níveis de declividade entre 30° e 45° e finalmente na quarta classe estão inseridas as áreas que apresentam declividades acima de 45°, as quais são protegidas pela legislação brasileira.

Depois de ter gerado o Modelo Digital de Elevação com quatro classes de declividade, estas foram convertidas do formato *raster* em que se encontravam para o formato vetorial onde foi calculada a área em hectares de cada uma das classes. Com uso de receptor GPS foram coletados pontos de controle terrestre para validar o trabalho de laboratório.

De posse dos dados vetoriais de hidrografia se iniciou a confecção dos dados vetoriais de Áreas de Preservação Permanente. O primeiro passo foi buscar na legislação brasileira, mais especificamente, no Código Florestal – Lei 4.771 de 1965 as áreas a serem preservadas de acordo com a largura dos rios, igarapés e nascentes. Com base nestas informações foi gerado um “*buffer*” onde se observou a largura do recurso hídrico para determinar a largura marginal a ser preservada. Depois de finalizar o “*buffer*” de áreas marginais a cursos d’água foi feita a união destas informações com aquelas geradas pelo Modelo Digital de Elevação. Este procedimento permitiu unir em um só arquivo vetorial as áreas com declividade acima de 45% e as áreas que margeiam cursos d’água.

As demais informações em formato vetorial como solos, geomorfologia, acesso, vegetação e Unidades de Conservação foram recortadas utilizando o limite da área de estudo. Estes dados foram obtidos em diversas fontes como o Projeto RADAMBRASIL (1978), os dados disponíveis pelo Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM e informações disponíveis pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. As informações sobre Unidades de Conservação foram adquiridas junto ao Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas – IPAAM e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Manaus – SEMMA.

Os dados de Uso do Solo e Cobertura Vegetal para o ano de 2008 foram adquiridos através de uma classificação supervisionada. Este método de classificação é utilizado quando o classificador conhece a realidade de campo e possui pontos de controle em locais facilmente reconhecidos na imagem. Para obtenção destes pontos de controle foram utilizados alguns mapas e com auxílio de receptor GPS e máquina fotográfica digital foram identificadas as várias formas de uso do solo e cobertura vegetal presentes na área de estudo (solo exposto, capoeira, plantios, água, entre outros).

Na figura 07 é ilustrada esta etapa do trabalho.

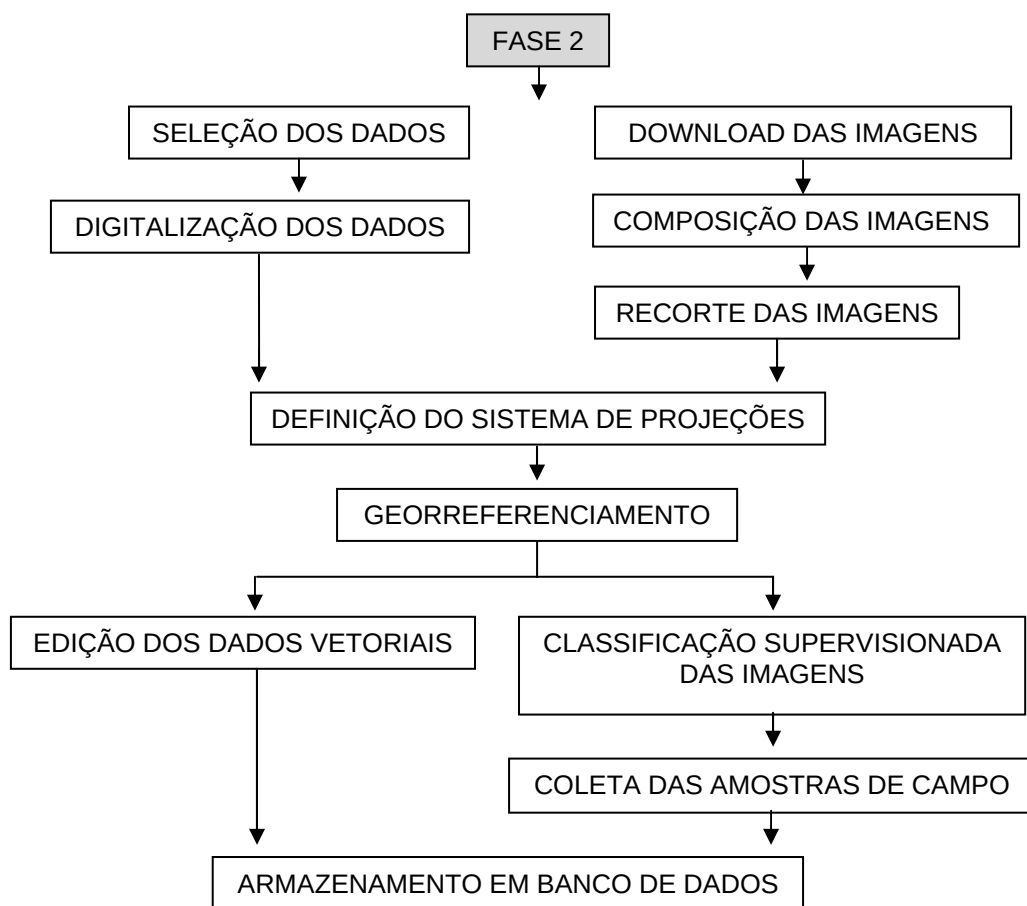


Figura 07: Processamento dos dados e verificação da verdade de campo.

3) Análise e elaboração das cartas.

Esta fase corresponde à última proposta neste trabalho e equivale, num primeiro momento, à extração das informações dos dados registrados e processados e posteriormente a sua relação com as demais informações existentes, para assim avaliar os impactos das atividades existentes e o atual estado de conservação da área de estudo.

Todos os produtos obtidos, independente da fonte onde foram adquiridos, assim como os dados de classificação e os produtos temáticos disponíveis foram interpretados visualmente e serviram de base para a elaboração das cartas temáticas e da carta imagem para ilustrar os temas pesquisados.

Foi criado um *layout* padrão para todas as cartas, nelas foram ilustradas as informações produzidas. Seguindo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, o *layout* é composto por informações como: Legenda; Escalas gráfica e numérica; Seta identificação do norte; Grade de coordenadas; Título da carta e Informações Técnicas necessárias.

As cartas geradas por este trabalho, conforme ilustrado pela figura 08 foram: a) Carta imagem da área de estudo; b) Tipos de Solos; c) Vegetação; d) Declividade; e) Unidades de Conservação; f) Uso do Solo e Cobertura Vegetal para o ano de 2008; g) Áreas de Preservação Permanente – APP; h) Hidrografia; i) Acesso; e finalmente j) Geomorfologia.

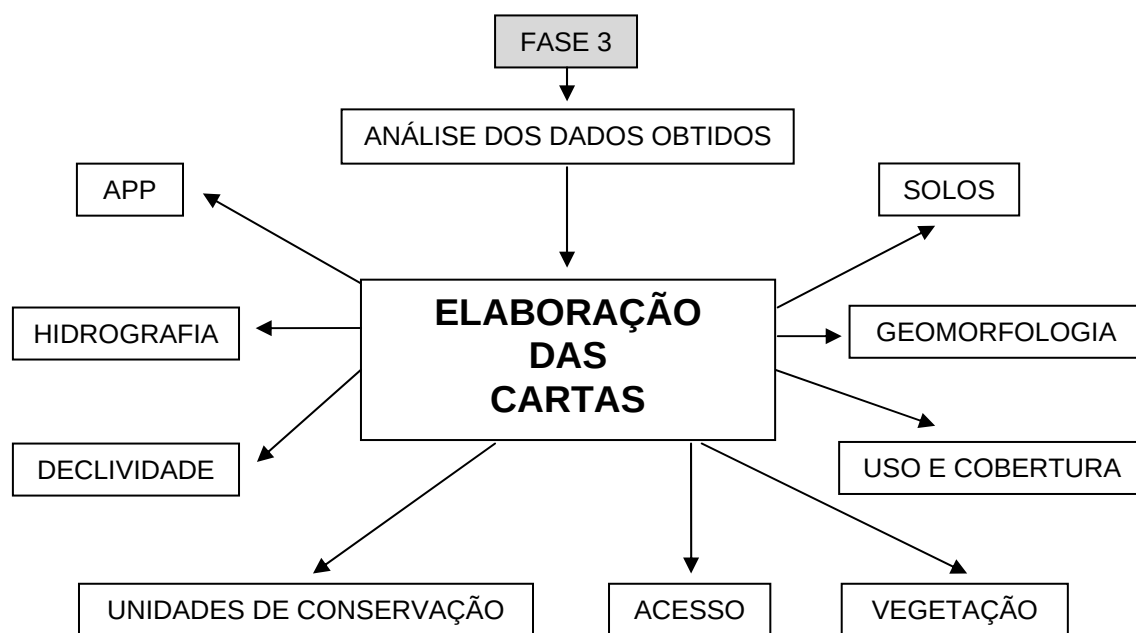


Figura 08: Fase de análise das informações obtidas e elaboração das cartas.

4.3.2 ESTUDO TEMPORAL DE USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL ENTRE OS ANOS DE 1988 E 2008 NA BACIA HIDROGRÁFICA DO TARUMÃ, MANAUS – AM.

O procedimento metodológico adotado nesta fase inclui quatro etapas: 1) Caracterização Biofísica da Bacia Hidrográfica do Tarumã; 2) Processamento das Imagens de Satélite; 3) Georreferenciamento das Imagens de Satélite e finalmente 4) Estudo temporal das alterações ocorridas na cobertura vegetal da Bacia Hidrográfica do Tarumã entre os anos de 1988 e 2008.

4.3.2.1 CARACTERIZAÇÃO BIOFÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO TARUMÃ

Para caracterização biofísica da área de estudo foi utilizada a base cartográfica digital produzida na primeira etapa deste trabalho. A referida base contém os seguintes temas em formato vetorial: Hidrografia, Declividade, Áreas de Preservação Permanente – APP, Unidades de Conservação, Sistema Viário, Tipos de Vegetação, de Solos, além de dados de geomorfologia.

Estas informações foram de extrema importância, uma vez que temas como hidrografia, sistema viário, tipos de vegetação, juntamente com outros, serviram para gerar as cartas de uso do solo e cobertura vegetal para um intervalo temporal de 20 anos, iniciando em 1988 e finalizando em 2008.

4.3.2.2 PROCESSAMENTO DAS IMAGENS DE SATÉLITE

De posse das imagens do Satélite Landsat, sensor TM 5, foi realizada uma composição colorida com o objetivo de melhorar a qualidade visual. De acordo com Pinto (2005), o olho humano só consegue distinguir cerca de 30 classes de tons de cinza, mas por outro lado, consegue reconhecer milhões de cores, assim, o uso de imagens coloridas aumenta o poder de interpretação visual do usuário. O fato de os sensores multiespectrais registrarem dados em várias faixas do espectro eletromagnético, que representam as diversas bandas de operação do sensor, possibilita a combinação de três bandas espectrais diferentes para se compor uma imagem colorida. A composição colorida, conhecida como falsa cor, decorre da combinação de bandas nos canais do vermelho (*red*), verde (*green*) e azul (*blue*).

Através desta técnica, as cores relacionadas à vegetação são mais bem representadas (a cor verde é atribuída à banda 4 onde é evidenciada sua resposta espectral, permitindo inclusive uma melhor distinção entre os diferentes estágios e densidades de cobertura vegetal). A energia eletromagnética correspondente aos comprimentos de onda da banda 5 (vermelho), ao interagir com o solo exposto apresenta alta refletância,

possibilitando inclusive a identificação de áreas com diferentes níveis de exposição do solo, ou rocha. A energia eletromagnética correspondente a banda azul, ao interagir com a água produz uma resposta espectral que a representa perfeitamente, pois neste processo, ao contrário do solo exposto, ocorre uma alta absorção da radiação resultando numa coloração escurecida na imagem das áreas com presença hídrica. O comportamento espectral dos principais alvos da superfície terrestre (vegetação, solo e água) e as respectivas bandas do Satélite Landsat - 5, sensor TM, utilizadas na composição 5R 4G 3B pode ser observado na Figura 09.

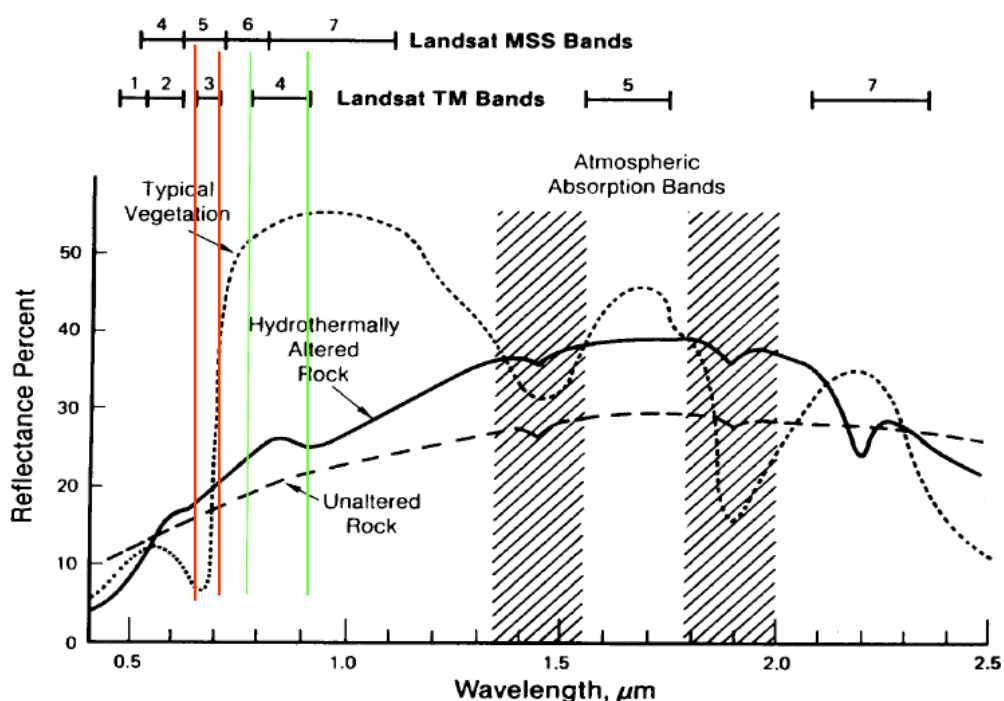


Figura 09: Comportamento espectral dos principais alvos da superfície terrestre.

4.3.2.3 GEORREFERENCIAMENTO DAS IMAGENS DE SATÉLITE

De posse das cartas topográficas escala 1:100.000 que cobrem a área de estudo, correspondentes as folhas SA.21-Y-C-I, MI-517; SA.21-Y-A-IV, MI-518; SA.21-Y-C-I, MI-579 e SA.20-Z-D-III, MI-578, produzidas pelo Ministério do Exército – Departamento de Engenharia e Comunicações, Diretoria de Serviço Geográfico – Região Norte do Brasil, ano de 1980, foi possível realizar o georreferenciamento das imagens de satélite.

Foram utilizados inicialmente 32 pares de coordenadas geográficas em graus decimais presentes nas cartas para georreferenciá-las. Na figura 10 é ilustrada a carta, com destaque para o seu canto superior esquerdo, onde estão presentes suas coordenadas de latitude e longitude.



Figura 10: Carta do Exército, escala 1:100.000, com destaque para as coordenadas geográficas.

Após georreferenciadas, as cartas foram utilizadas como base para referenciar as imagens de satélite correspondentes aos anos de 1988, 1998 e 2008, conforme ilustração na figura abaixo.

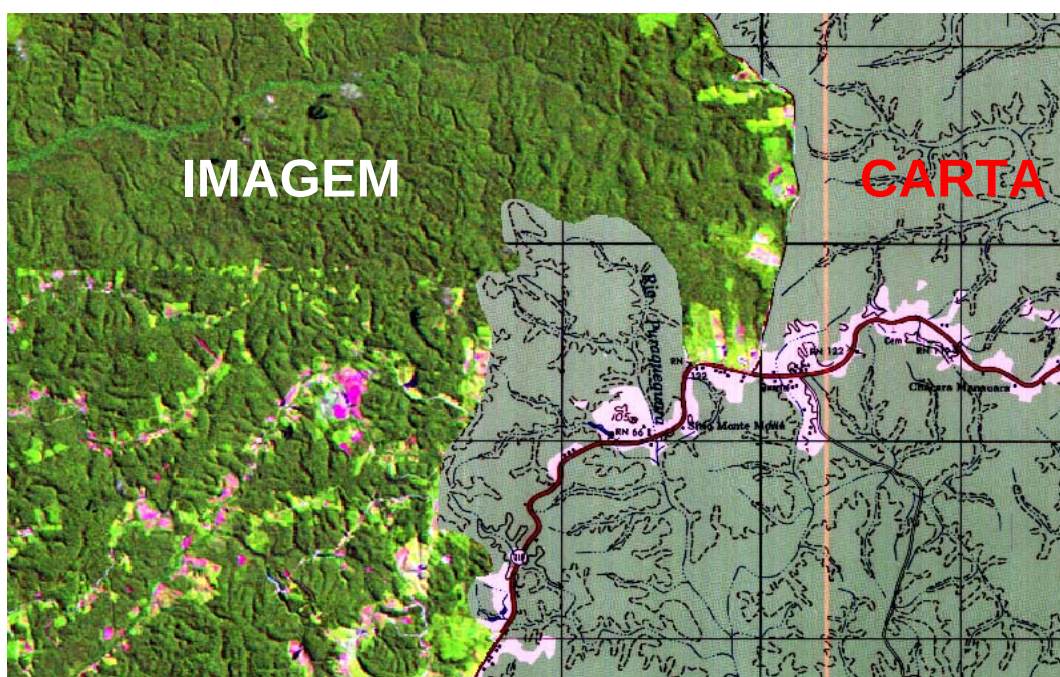
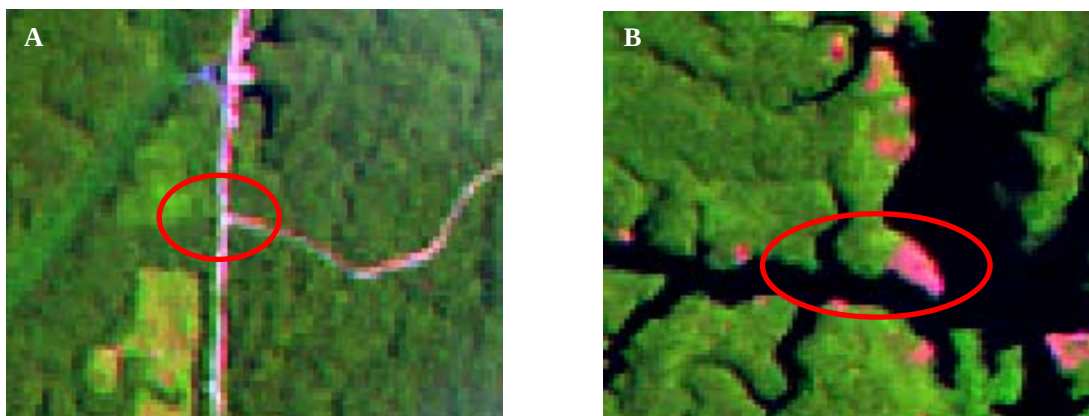


Figura 11: Imagem de satélite e carta georreferenciadas.

No processo de georreferenciamento das imagens de satélite, foram utilizados inicialmente pontos comuns, facilmente identificados tanto na imagem quanto na carta, podem ser citados cruzamentos de ruas, margens de igarapés, pontes, curvas acentuadas, entre outros.



Figuras 12 e 13: Pontos de amarração localizados na superfície terrestre.

Para validar este procedimento foram percorridos os principais ramais e igarapés existentes na área com objetivo de obter as coordenadas geográficas com auxílio de GPS das diferentes formas de uso e cobertura do solo, como: capoeiras, floresta secundária, pastagens, cultivos, áreas urbanas, fragmentos florestais urbanos, estradas e hidrografia. O levantamento dos pontos de amarração coletados com receptor GPS e as fotografias das paisagens auxiliaram no processo de classificação supervisionada das imagens. Foram levantados ao todo 100 pontos de controle no campo, distribuídos principalmente ao longo das principais vias de acesso e dos igarapés da Bacia Hidrográfica.

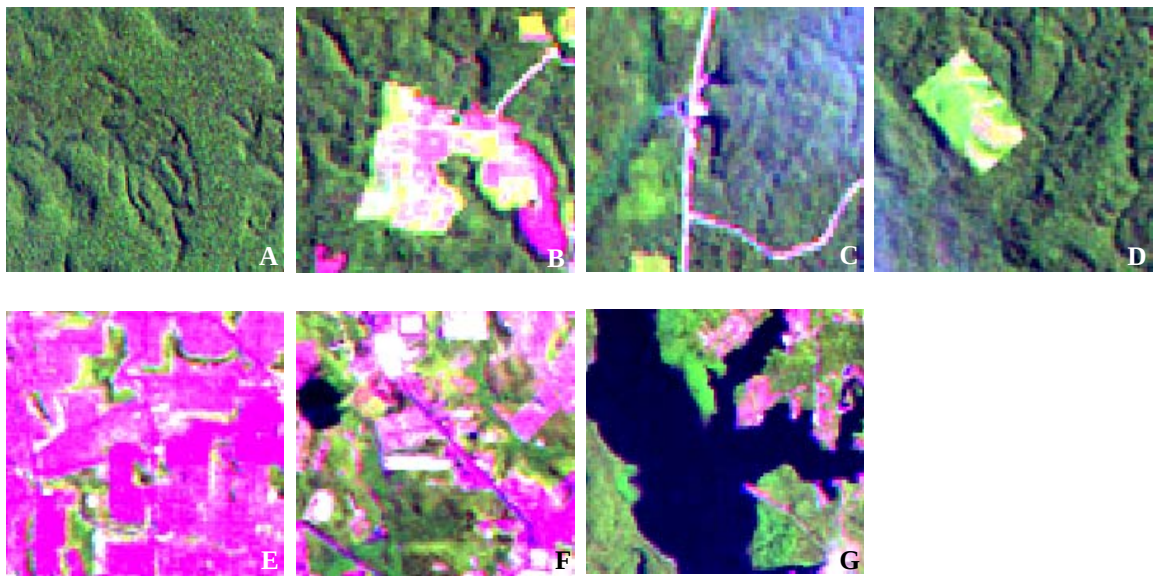


Figura 13: Diferentes formas de uso e ocupação do solo existentes na área de estudo. **A:** Floresta Ombrófila Densa; **B:** Solo Exposto; **C:** Estrada pavimentada na zona rural; **D:** Área cultivada; **E:** Área Urbana; **F:** Área urbana com presença de fragmento florestal e **G:** Rede Hidrográfica

No trabalho também foi gerado um banco de dados com o nome dos principais igarapés e localidades com a finalidade de complementar a base cartográfica gerada e posteriormente, contribuir com os futuros trabalhos científicos a serem desenvolvidos por instituições de ensino na área de estudo.

4.3.2.4 ESTUDO TEMPORAL DAS ALTERAÇÕES OCORRIDAS NA COBERTURA VEGETAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO TARUMÃ.

Esta atividade consistiu em: a) Utilização dos dados de uso do solo e cobertura vegetal obtidos através de pesquisa e trabalhos de campo anteriormente desenvolvidos; b) Classificação supervisionada das imagens de satélite; c) Coleta de pontos de controle terrestre para validação da classificação; e finalmente d) Análise temporal de uso e ocupação da área da Bacia Hidrográfica.

Inicialmente foi realizada uma busca dos dados existentes nos acervos de instituições como EMBRAPA, INPA, CPRM, UFAM, IPAAM, SIPAM, IBGE e INCRA os quais possuíam cartas temáticas das formas de uso do solo e cobertura vegetal nos anos de 1988, 1998 e 2008 período estudado por este projeto. Como exemplo de base de informações que foi utilizada por este estudo pode ser citado o mapa de vegetação disponibilizado pelo IBGE, que foi produzido pelo trabalho realizado por Veloso (1992) intitulado, Manual Técnico de Classificação Florestal cuja finalidade foi classificar todas as formas originais de vegetação existentes no território brasileiro. A partir do mapa foi possível a obtenção de informações importantes referentes à cobertura vegetal originalmente existente na área de estudo.

Estas informações, depois de terem padronizados o sistema de projeção de coordenadas e o datum horizontal, foram incorporadas no projeto. As demais informações foram extraídas das imagens de satélite através do processo de classificação que segundo Jacintho (2003) é o processo voltado à extração de informações das imagens de sensoriamento remoto para reconhecimento de padrões e produção de cartas temáticas. Para Crosta (1993) ela diz respeito à associação de *pixel* de imagens a um rótulo, descrevendo um objeto real. Neste sentido, a classificação é o processo de extração de informação de imagens de determinadas áreas ou regiões da superfície para reconhecer padrões e objetos homogêneos.

A classificação de uma imagem de sensoriamento remoto pode ser supervisionada e não supervisionada. Ambas são técnicas mais comuns de classificação de imagens. A diferença básica entre elas é que na classificação supervisionada o analista indica áreas representativas do *pixel* de determinadas classes de uso e, posteriormente, cada *pixel* da imagem é classificado de acordo com a classe de uso que ele mais se assemelha, gerando uma imagem nova diferente da original Lillesand & Kiefer (1994). No caso da classificação não supervisionada o usuário só define alguns parâmetros e o *software* executa toda a operação matemática de forma automatizada.

No caso deste trabalho foi realizada a classificação supervisionada ilustrada na figura 14, com destaque em vermelho para as áreas que possuem solo exposto.



Figura 14: Classificação supervisionada de uma imagem de satélite com destaque em vermelho para o tema *solo exposto*.

Depois de finalizado o processo de classificação, os pontos de controle terrestres anteriormente coletados no campo com auxílio de receptores GPS foram utilizados para validação do trabalho de laboratório.



Figura 15: Coleta de pontos de controle terrestre.

No produto final do uso e ocupação foi apresentada a distribuição das classes: Estrada, Vegetação Secundária, Capoeira + Plantios, Campinarana, Solo Exposto, Floresta Ombrófila Densa, Fragmentos Florestais Urbanos, Hidrografia e Moradias Urbanas.

Após a verificação da exatidão da classificação para os diferentes anos, foi realizada uma análise para avaliar as alterações das classes de uso do solo e cobertura vegetal entre os períodos de 1988 a 2008, procedendo-se dessa maneira a avaliação temporal da área de estudo. Os resultados desta etapa são apresentados na forma de mapas, cartas, gráficos e tabelas.

4.3.4 PROPOSTA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A BACIA HIDROGRAFIA DO TARUMÃ, MANAUS - AM.

Esta metodologia foi desenvolvida com base nos trabalhos de Costa (2001) com algumas especificidades de Crepani *et all.* (2001) e também de Ross (1994). A estratégia metodológica foi gerada por meio do conhecimento de especialistas, de atores sociais, de revisão de literatura, de objetivos e critérios múltiplos além das ferramentas geotecnológicas como Sensoriamento Remoto, Sistema de Informações Geográficas e Sistema de Posicionamento Global.

Inicialmente foram definidos os objetivos de vulnerabilidade natural à perda do solo e de potencialidade de uso da área de estudo. A determinação desses objetivos foi realizada com apoio de diferentes critérios. Na figura 16 é ilustrado o fluxograma metodológico desenvolvido para a determinação do zoneamento ambiental da Bacia Hidrográfica do Tarumã.

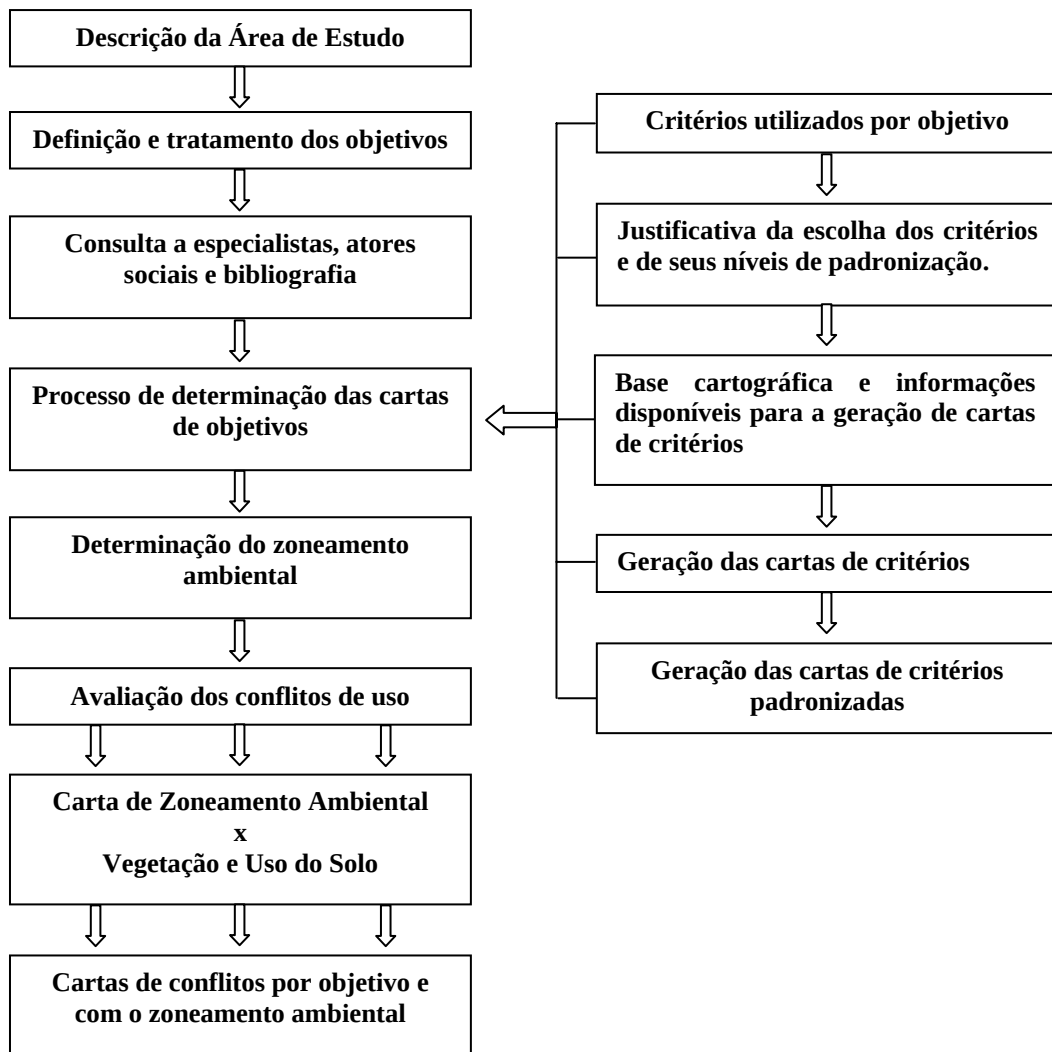


Figura 16: Fluxograma da metodologia para obtenção do zoneamento ambiental.

4.3.4.1 CONSULTA A ESPECIALISTAS, ATORES SOCIAIS E BIBLIOGRAFIA

Para subsidiar o desenvolvimento da metodologia de zoneamento ambiental foram consultados diversos especialistas, entre os quais: professores e pesquisadores da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), dos Departamentos de Solos, Engenharia Florestal, Economia Rural entre outros; pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA, técnicos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SEMMA, do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, do Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas – IDAM, além do comitê de Bacias e dos atores sociais envolvidos com a área de estudo.

No processo de consulta foram realizadas entrevistas informais, não documentadas, seguindo o modelo de entrevista orientada. Foram enfocados os seguintes aspectos principais:

- a)** Atentar aos especialistas que eles poderiam propor qualquer objetivo;
- b)** Poderiam propor qualquer critério desde que estes fossem importantes (relevantes) para definir os objetivos;
- c)** Escolher critérios mais fáceis de serem obtidos;
- d)** Atentar para a possibilidade de localizar espacialmente e padronizar os critérios, já que os mesmos seriam transformados em cartas.

Neste sentido, a consulta a especialistas e atores sociais possibilitou a definição dos objetivos, dos critérios por objetivos, da justificativa das escolhas e dos níveis de padronização por critério. Também, foi utilizada a revisão de literatura para apoiar estas definições. Quando existia necessidade, ocorria rediscussão, portanto, ocorreram várias reuniões informais.

4.3.4.2 DEFINIÇÃO E TRATAMENTO DOS OBJETIVOS

No primeiro momento por meio da consulta a especialistas, técnicos, comitê de bacias e atores sociais da área de estudo e revisão de literatura, foram definidos os objetivos e os critérios para cada objetivo. Assim, nesta metodologia considerou-se cinco objetivos que foram transformados em cartas temáticas, conforme especificação abaixo:

Objetivo de Vulnerabilidade Natural a Perda de Solos:

1. Carta de Vulnerabilidade Natural à Perda de Solo;

Objetivos de potencialidades de uso e cobertura do solo.

2. Carta de Potencialidade Florestal (Manejo Florestal);
3. Carta de Potencialidade Agropecuária;
4. Carta de Potencialidade para Recreação e Ecoturismo;
5. Carta de Potencialidade de Recuperação Ambiental.

Estes objetivos foram tratados individualmente, onde cada um deles representa as principais formas naturais ou de ocupação encontradas na área de estudo. Todos os objetivos foram obtidos, utilizando-se a abordagem de objetivos e critérios múltiplos. As classes dos objetivos foram definidas com níveis de potencialidades onde:

- a) Nível 5 representa Muito Alta Potencialidade;
- b) Nível 4 representa Alta Potencialidade;
- c) Nível 3 representa Média Potencialidade;
- d) Nível 2 representa Baixa Potencialidade e
- e) Nível 1 representa Muito Baixa Potencialidade.

4.3.4.3 PROCESSO DE DETERMINAÇÃO DAS CARTAS DE OBJETIVOS

4.3.4.3.1 CRITÉRIOS UTILIZADOS POR OBJETIVO

Para o objetivo Vulnerabilidade Natural à Perda de Solos (Objetivo 01), foram levados em consideração os critérios de acordo com Crepani *et all.* (2001) que são os seguintes: Geologia, Geomorfologia, Solos, Clima e Vegetação/Uso do Solo. Para o trabalho na Bacia Hidrográfica do Tarumã ocorreram algumas adaptações como as que dizem respeito à uniformidade da área com relação à geomorfologia e clima, o que fez com que estes dois critérios não fossem considerados. Entretanto, com base no trabalho de Costa (2001), foram inseridos na análise os critérios de Distância a Corpos d'água e Declividade no lugar do critério Geomorfologia proposto por Crepani *et all.* (2001). Assim, após consulta aos especialistas foram considerados para este objetivo os seguintes critérios: Solos, Declividade, Vegetação/Uso do Solo e Distância da Área aos corpos d'água. Os critérios para os objetivos 2 a 5 foram definidos com base na importância dos mesmos em determinar a potencialidade de uso do objetivo em análise.

Em seguida estes critérios foram reunidos por objetivo, discutidos com os especialistas e foram selecionados os considerados mais importantes ou relevantes por objetivo e especificadas as justificativas para suas escolhas.

A seguir são apresentados os critérios, definidos para cada um dos objetivos:

Objetivo 1 - Vulnerabilidade Natural à Perda de Solo:

- Solos;
- Declividade;
- Vegetação/Uso do Solo e
- Distância da Área aos corpos d'água.

Objetivo 2 – Potencialidade Florestal - Manejo Florestal:

- Solos;
- Declividade;
- Vegetação e Uso do Solo - Densidade da Vegetação;
- Distância da Área aos corpos d'água;
- Distância da Área a Rede Viária;
- Distância da Área ao Centro Consumidor;
- Retorno Social;
- Valor da terra;
- Presença de Unidades de Conservação de Proteção Integral e
- Presença de indivíduos florestais de interesse comercial.

Objetivo 3 – Potencialidade Agropecuária:

- Solos;
- Declividade;
- Vegetação/Uso do Solo;
- Distância da Área aos corpos d'água;
- Distância da Área a Rede Viária;
- Distância da Área ao Centro Consumidor;
- Retorno Social;
- Valor da Terra;
- Presença de Unidades de Conservação de Proteção Integral e
- Vulnerabilidade da Área a Perda Natural de Solos.

Objetivo 4 – Potencialidade para Recreação e Turismo:

- Solos;
- Declividade;
- Vegetação/Uso do Solo;
- Distância da Área à Água;
- Distância da Área ao Centro Consumidor;
- Retorno Social;
- Paisagem Cênica e

- Tipo de Unidades de conservação.

Objetivo 5 – Potencial para Recuperação Ambiental:

- Solos;
- Declividade;
- Valor da Terra;
- Vegetação/Uso do Solo – Degradação Ambiental e
- Vulnerabilidade da Área a Perda Natural de Solos;

4.3.4.3.2 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DOS CRITÉRIOS E DE SEUS NÍVEIS DE PADRONIZAÇÃO.

As justificativas para a escolha dos critérios por objetivo e a definição dos níveis de padronização desses critérios contou com a participação de especialistas e revisão de literatura durante todo o processo. Para cada critério foi definida uma SIGLA. Para reconhecer o critério padronizado foi acrescida à sigla do critério a letra “P” que corresponde a PADRONIZADO.

Após a definição dos critérios, estes foram padronizados. Considerando que os critérios estão em unidades de medidas diferentes, (como por exemplo, o critério SOLOS é expresso em classes de solo e o critério DECLIVIDADE é expresso em graus ou em percentual de declividade), foi necessário o seu reescalamento para um intervalo numérico comum conhecido como padronização.

Nesta proposta metodológica, a padronização foi realizada para cada critério, considerando CINCO classes de potencialidades assim definidas: Classe 5 - Muito Alta; Classe 4 - Alta; Classe 3 - Média; Classe 2 - Baixa e; Classe 1 - Muito Baixa. Estes intervalos de padronização utilizados foram definidos, com base na consulta à literatura e especialistas. No primeiro momento, foi analisada a influência e o comportamento de cada um dos critérios, considerando as cinco classes, obtendo-se o fator padronizado para estas classes.

As justificativas para a escolha dos critérios e de seus níveis de padronização definidas com base no conhecimento de especialistas e revisão de literatura são descritas a seguir:

- **Declividade (DECL)** - as diferentes classes de declividade (relevo) obtidas por meio dos níveis de declividade influenciam na vulnerabilidade natural de uma área e conseqüentemente na sua potencialidade de uso. Este critério é analisado em termos dos valores de declividade e dificuldades de trabalhar, visitar a área e necessidade de recuperação, pois, quanto maior é a declividade maior é a vulnerabilidade natural e conseqüentemente a necessidade de recuperação ambiental e menor é a potencialidade de uso para as atividades de agropecuária, florestais e recreação/turismo tornando-se, portanto, mais difícil a utilização da área para atividades antrópicas. As áreas com menor declividade são mais apropriadas para a localização de trilhas interpretativas, infra-estrutura para “*camping*” etc. As declividades consideradas foram às seguintes:
 - 1 de 1% até 3% - relevo plano;
 - 2 de 3% até 8% - relevo suave ondulado;
 - 3 de 8% até 20% - relevo ondulado;
 - 4 de 20% até 45% - relevo fortemente ondulado e
 - 5 maiores que 45% - relevo montanhoso/escarpado.

Para efeito de padronização os intervalos de reescalamentos para este critério foram definidos considerando a maior ou menor dificuldade para localizar possíveis usos intensivos. Neste sentido, quanto maior a declividade menor será a potencialidade para os usos florestal, agropecuário e recreação/turismo. Considerando a segurança de visitação pública as áreas com maior declividade possuem também menor segurança e menor potencialidade para a recreação e turismo. Além do que quanto maior a declividade maior será o nível de vulnerabilidade a perda de solos e a prioridade e o benefício da recuperação ambiental. As áreas com maior declividade são as mais

priorizadas e beneficiadas no processo de recuperação. As classes de padronização para este critério são visualizadas na tabela 1.

- **Vegetação e uso do solo (VUS)** - o tipo e a densidade da vegetação e do uso do solo também influenciam na vulnerabilidade natural e potencialidade de uso, pois quando se tem uma preocupação com o uso adequado, conhecer o nível de cobertura vegetal da área é fundamental para expressar a sua vulnerabilidade natural e potencialidade de uso. As áreas ocupadas com as maiores densidades de floresta e maior biodiversidade possuem grande potencialidade para atividade florestal e de recreação e turismo. As áreas ocupadas com menores densidades de floresta, por sua vez, quando localizadas distantes de áreas declivosas apresentam alta potencialidade para as atividades de agropecuária. As classes para este critério foram às seguintes:

- **A** - Área desflorestada, áreas com solo exposto, áreas queimadas, áreas a serem recuperadas, na zona urbana aquelas desprovidas de cobertura vegetal;
- **B** - Lavoura, pastagem natural e/ou plantada e capoeiras no estágio inicial de sucessão;
- **C** - Campo aberto ou natural e no caso da zona urbana incluem-se os Fragmentos Florestais Urbanos;
- **D** - Capoeira alta, floresta secundária, reflorestamento inicial, sistemas agro-florestais e Campinarana;
- **E** - Floresta Ombrófila Densa, reflorestamento maduro.

Com base no comportamento destas classes em relação à vulnerabilidade e potencialidade de uso foram definidos os níveis de padronização deste critério. As classes de padronização para este critério, considerando a potencialidade de uso, são visualizadas na tabela 01.

- **Distância da área à água (DAG1, DAG2, DAG3, DAG4)** - esta distância influencia na facilidade ou não de acessar a área, na vulnerabilidade natural a perda de solos e também na produção agropecuária e florestal no que diz respeito, principalmente, ao escoamento da produção. Também, as áreas localizadas próximas à água são mais valorizadas e atraídas para visitação e ecoturismo. Quanto maior é a distância da área à água menor é a vulnerabilidade natural, menor é o potencial para recreação e turismo assim como de recuperação ambiental, por outro lado, maior é a potencialidade para uso florestal e agropecuário. Este critério foi padronizado considerando estas características comportamentais. O critério DAG1 foi definido para a vulnerabilidade natural a perda de solos, o DAG2 para a potencialidade de uso florestal, o DAG3 para potencialidade de uso agropecuário e o DAG4 para a potencialidade de atividades de recreação e turismo. As classes desses critérios foram as seguintes:

VULNERABILIDADE NATURAL A PERDA DE SOLOS (DAG1)

- de 0 a 150 metros;
- de 150 a 300 metros;
- de 300 a 400 metros;
- de 400 a 800 metros;
- Maior que 800 metros.

POTENCIALIDADE DE USO FLORESTAL (DAG2)

- de 0 a 80 metros;
- de 80 a 150 metros;
- de 150 a 300 metros;
- de 300 a 600 metros;
- Maior que 600 metros.

POTENCIALIDADE DE USO AGROPECUÁRIO (DAG3)

- de 0 a 120 metros;
- de 120 a 250 metros;
- de 250 a 400 metros;
- de 400 a 800 metros;
- Maior que 800 metros.

POTENCIALIDADE DE ATIVIDADES DE RECREAÇÃO E TURISMO (DAG4)

- de 0 a 200 metros;
- de 200 a 300 metros;
- de 300 a 500 metros;
- de 500 a 800 metros;
- Maior que 800 metros.

As classes de padronização para estes critérios, considerando as potencialidades de uso, são visualizadas na tabela 1.

- **Distância da área à rede viária (DVI)** - esta distância influencia no acesso, no escoamento da produção e conseqüentemente na potencialidade de uso da área, sendo um fator que especifica uma preocupação de custo e comercialização, considerando-se os objetivos agropecuária e florestal. Parte-se do princípio de que quanto menor é a distância entre o trabalho rural e a rede viária maior é a potencialidade para realização das atividades agropecuárias e florestais. A padronização deste critério foi definida com base na característica especificada acima. As classes destes critérios foram:

DISTÂNCIA A REDE VIÁRIA (DVI)

- de 0 a 500 metros;
- de 500 a 1200 metros;
- de 1200 a 2000 metros;
- de 2000 a 2500 metros;
- Maior que 2500 metros.

As classes de padronização para este critério, considerando a potencialidade de uso, são visualizadas na tabela 1.

- **Solos (SOLOS)** - este critério foi definido porque as classes de solo apresentam comportamentos diferentes tanto em relação à vulnerabilidade natural à perda de solos quanto na potencialidade de seu uso. O nível de desenvolvimento e a maturidade dos solos exercem influência direta neste comportamento. Os solos mais maduros e desenvolvidos são mais estáveis, portanto menos vulneráveis, porém, apresentam baixa fertilidade natural. O critério SOLOS foi definido com base nas classes de solos existentes na área de estudo. Já os intervalos de reescalonamento do critério padronizado SOLOS para a vulnerabilidade natural à perda de solos e potencialidade para os usos florestal, agropecuário, de recreação e ecoturismo e recuperação ambiental foram desenvolvidos baseados no grau de desenvolvimento ou maturidade das classes de solos além da sua vulnerabilidade e fertilidade natural. Os solos mais maduros são menos vulneráveis (mais estáveis) e apresentam baixa fertilidade natural e alta potencialidade para atividades de recreação e ecoturismo (por questão de risco e proteção dos visitantes), florestal e de ocupação urbana e baixa potencialidade para a agropecuária e recuperação ambiental. Os níveis de vulnerabilidade foram definidos com base em Crepani *et al.* (2001). Na tabela 6 especifica-se esses valores. Na área de estudo as classes de solo encontradas foram às seguintes:

- **A** - Latossolo Amarelo;
- **B** - Podzólico Vermelho Amarelo;
- **C** - Gleissolos;
- **D** - Podzol Hidromórfico.

Estas foram às classes para o critério SOLOS. Os intervalos padronizados para a potencialidade de uso florestal e recreação e ecoturismo são os mesmos, desta forma será gerado o critério

padronizado PSOLOS1. Por outro lado os intervalos padronizados para a vulnerabilidade natural à perda de solos e a potencialidade de uso agropecuário e de recuperação ambiental também são os mesmos, gerando-se o critério padronizado PSOLOS2. Esses intervalos foram definidos, considerando o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos que sugere a utilização dos solos, de acordo com a sua maior ou menor vulnerabilidade, possibilitando um melhor uso de suas potencialidades. Neste sentido, há uma relação inversa quando comparado o solo para a atividade agropecuária e florestal, pois quanto menos vulneráveis são as classes de solo, maior a sua potencialidade para a atividade agropecuária e menor a potencialidade para a atividade florestal, recreação e ecoturismo e recuperação ambiental. Portanto, as classes menos vulneráveis são mais adequadas para atividade agropecuária e menos indicadas para atividade florestal, pelo fato de haver uma preocupação em termos de otimização de uso. As classes de padronização para este critério, considerando a potencialidade de uso, são visualizadas na tabela 1.

- **Retorno Social (RESO1, RESO2 e RESO3)** - está relacionado com o retorno social da área, em termos de renda média mensal baseada no salário mínimo (sm), de acordo com seu objetivo de uso. Assim, quanto maior a renda gerada por um tipo de uso maior é sua potencialidade. O RESO1, RESO2 e RESO3, representam, respectivamente, o retorno social médio mensal para os objetivos de uso Florestal, Agropecuário e de Recreação e Ecoturismo. O retorno social em termos de renda média mensal para o objetivo florestal (RESO1) está diretamente relacionado com a tipologia vegetal existente na área e a presença de indivíduos comerciais. Estes são requisitos básicos para determinação da potencialidade da área para realização desta atividade. Já para realização de atividades relacionadas com a agropecuária (RESO2) uma das condicionantes é a existência de áreas sem cobertura de florestas, ou seja, áreas desmatadas que possibilitem o plantio de culturas perenes ou anuais além da instalação da infra-estrutura necessária. Por

sua vez, o uso para Recreação e Turismo (RESO3) tem maior potencialidade em áreas com presença de floresta com alta diversidade de espécies e abundância de recursos hídricos, e que apresentem baixa vulnerabilidade natural a perda de solos, diminuindo assim, o risco aos visitantes. O intervalo salarial para estes objetivos é o seguinte:

RETORNO SOCIAL PARA OBJETIVO FLORESTAL (RESO1)

- Maior que 3 salários mínimo;
- De 2 a 3 salários mínimo;
- De 1 a 2 salários mínimo;
- De 0,3 a 1 salário mínimo;
- De 0 a 0,3 salário mínimo.

RETORNO SOCIAL PARA OBJETIVO AGROPECUÁRIO (RESO2)

- Maior que 4 salários mínimo;
- De 2 a 4 salários mínimo;
- De 1 a 2 salários mínimo;
- De 0,5 a 1 salário mínimo;
- De 0 a 0,5 salário mínimo.

RETORNO SOCIAL PARA OBJETIVO RECREAÇÃO E TURISMO (RESO3)

- Maior que 5 salários mínimo;
- De 3 a 5 salários mínimo;
- De 2 a 3 salários mínimo;
- De 1 a 2 salário mínimo;
- De 0 a 1 salário mínimo.

Estes critérios estão em classes salariais e foram padronizados para as seguintes classes de potencialidades: 5 - Muito Alta; 4 - Alta; 3 - Média; 2 - Baixa; 1 - Muito Baixa por objetivos de uso, conforme tabela 1.

- **Distância da área ao centro consumidor (DCC1, DCC2, DCC3)** - está relacionado ao fato de que quanto maior a distância da área ao centro consumidor, menor é sua potencialidade para o uso definido, sendo considerado o centro consumidor mais próximo (Manaus), aquele com maior potencial. Para delimitação do centro consumidor utilizou-se o recorte dos bairros de Manaus inseridos na área de estudo. O DCC1, DCC2 e DCC3, representam, respectivamente, a distância ao centro consumidor para os objetivos de uso Florestal, Agropecuário e de Recreação e Ecoturismo. As classes de distâncias deste critério considerando os objetivos de uso especificados foram:

DISTÂNCIA AO CENTRO CONSUMIDOR PARA O OBJETIVO FLORESTAL (DCC1)

- De 0 a 20 Km;
- De 20 a 40 Km;
- De 40 a 50 Km;
- De 50 a 100 Km;
- Maior que 100 Km.

DISTÂNCIA AO CENTRO CONSUMIDOR PARA O OBJETIVO AGROPECUÁRIO (DCC2)

- De 0 a 30 Km;
- De 30 a 60 Km;
- De 60 a 90 Km;
- De 90 a 120 Km;
- Maior que 120 Km.

DISTÂNCIA AO CENTRO CONSUMIDOR PARA O OBJETIVO RECREAÇÃO E ECOTURISMO (DCC3)

- De 0 a 5 Km;
- De 5 a 10 Km;
- De 10 a 20 Km;
- De 20 a 50 Km;
- Maior que 50 Km.

As classes de padronização para este critério, considerando a potencialidade de uso, são visualizadas na tabela 1.

- **Valor da terra (VAT)** - este critério foi considerado em virtude do valor da terra influenciar diretamente nos custos e na pressão de uso da área, conseqüentemente na potencialidade dos objetivos de uso agropecuário, florestal e de recuperação ambiental. Desta maneira, quanto maior o valor da terra (definido de acordo com o uso atual e as benfeitorias) maior será a potencialidade da área para as atividades florestal e agropecuária. Por outro lado, quanto menor o valor da terra, maior é o potencial para recuperação ambiental através de processos de reflorestamento ou enriquecimento da capoeira presente no local. Este critério foi aplicado somente para a zona rural. O intervalo de reescalonamento padronizado para este critério foi alocado no critério padronizado PVAT, considerando os objetivos de uso especificados. As classes de valor da terra foram às seguintes:
 - **A** - Valor muito baixo - área com solo exposto, presença de cerrado e outras florestas sem valor comercial;
 - **B** - Valor baixo - Pastagem natural;
 - **C** - Valor médio - Áreas de florestas com alguns indivíduos comerciais;
 - **D** - Valor alto - Pastagem plantada;
 - **E** - Valor muito alto - Lavoura, áreas de reflorestamento, áreas com potencial para manejo florestal.

Este critério está em classes de valor da terra e foram padronizados para as seguintes classes de potencialidades: 5- Muito Alta; 4-Alta; 3-Média; 2-Baixa; 1-Muito Baixa por objetivos de uso, conforme tabela 1.

- **Presença de indivíduos comerciais (PRESICO)** - este critério foi escolhido porque a tipologia florestal presente na área e o nível dos indivíduos comerciais atuais, considerando o seu estágio de desenvolvimento, representam a potencialidade atual da área. Desta maneira, está sendo considerado que, quanto maior o nível de indivíduos comerciais e a tipologia vegetal mais desenvolvida, maior é a potencialidade para a atividade florestal. Este critério mede a potencialidade florestal atual da área. As classes deste critério foram às seguintes:

- **A** - Muito alta presença - Floresta Ombrófila Densa com bom número de indivíduos comerciais de grande porte, floresta plantada, e/ou floresta com presença de espécies extrativistas;
- **B** - Alta presença - Floresta Ombrófila com reduzido número de indivíduos comerciais de grande porte;
- **C** - Média presença - Floresta secundária e Campinarana com alguma presença de indivíduos comerciais de médio porte;
- **D** - Baixa presença - Floresta secundária com pouca presença de indivíduos comerciais e os que existem são de pequeno porte;
- **E** - muito baixa presença - Floresta sem presença de indivíduos comerciais.

Este critério está em classes de presença de indivíduos comerciais e foram padronizados para as seguintes classes de potencialidades: 5- Muito Alta; 4 - Alta; 3 - Média; 2 - Baixa; 1 - Muito Baixa por objetivo de uso florestal, conforme tabela 1.

- **Paisagem cênica (PAI)** - este critério foi escolhido porque a qualidade da paisagem que é utilizada nas atividades de recreação e turismo é de grande importância na viabilização dessa atividade. Neste sentido, conhecer o nível de atratividade da paisagem pode intensificar as atividades de ecoturismo na região. Assim, os tipos de paisagens que oferecem recursos cênicos mais expressivos são mais adequados para recreação e turismo. Desta maneira, quanto maior a atração, maior é a potencialidade da área para esta atividade. A definição dos seus intervalos de reescalonamento é baseada no valor cênico da área, sendo considerado o número de pessoas atraídas pela paisagem. Assim, quanto maior é a atração, maior é a potencialidade da paisagem para a atividade de recreação e turismo. As classes de atratividade definidas para este critério foram:
 - **A** - Paisagens com alta atração - composta de corpos d'água e vegetação, cachoeiras e rios;
 - **B** - Paisagens com boa atração - áreas de pouso de aves, com vegetação rara ou endêmica e habitat de animais raros;
 - **C** - Paisagens com média atração - áreas com floresta nativa e campos naturais;
 - **D** - Paisagens com baixa atração - áreas com presença de atividades agropecuárias;
 - **E** - Paisagens com muito baixa atração - áreas com exploração florestal direta, queimadas e áreas degradadas.

A definição dessas classes foi com base no trabalho de Imanaga *et al.* (1994) que levantaram as paisagens preferenciais dos brasileiros para a recreação e turismo. Este critério está em classes de atração da paisagem e foram padronizados para as seguintes classes de potencialidades: 5 - Muito Alta; 4 - Alta; 3 - Média; 2 - Baixa; 1 - Muito Baixa, conforme tabela 1.

- **Vulnerabilidade Natural a Perda de Solos (VULNAT)** – este critério foi selecionado porque o nível de vulnerabilidade de uma área influencia

diretamente na potencialidade do local para realização das atividades de agropecuária, recreação e ecoturismo e recuperação ambiental. Assim, quanto menor é o nível de proteção de uma área, principalmente em função da remoção da cobertura vegetal natural e do não cultivo destas áreas com culturas anuais ou perenes, maior é sua vulnerabilidade natural a perda de solos pelo fato de estarem expostos as ações do ambiente. Assim sendo, quanto maior a vulnerabilidade de uma determinada área ao processo de perda natural de solos menor é sua potencialidade para os usos pelas atividades de agropecuária e recreação e ecoturismo. Por outro lado, maior é a potencialidade para recuperação ambiental da área. Os níveis de vulnerabilidade da área são determinados pela avaliação conjunta dos critérios de tipos de solos presentes no local, pelos níveis de declividade da paisagem, pelos tipos de vegetação e formas de uso e ocupação do solo e finalmente pelas distâncias da área de interesse aos corpos d'água. Os níveis de vulnerabilidade são definidos a seguir:

- **A** – Muito alta Vulnerabilidade – Presença de solos jovens e pouco desenvolvidos; o local apresenta topografia montanhosa (maior que 45% de declividade); área desflorestada com solo exposto e/ou áreas queimadas; a área estudada apresenta distância aos corpos d'água entre 0 e 80 metros.
- **B** – Alta Vulnerabilidade - Presença de solos jovens e pouco desenvolvidos; o local apresenta topografia fortemente ondulada (20 a 45% de declividade); a cobertura vegetal pastagem natural e capoeiras no estágio inicial de sucessão; a área estudada apresenta distância aos corpos d'água entre 80 e 300 metros.
- **C** – Média Vulnerabilidade – Apresenta solos com média profundidade, são mediantemente estáveis e intemperizados; o local apresenta topografia ondulada (8 a 20% de declividade); a cobertura vegetal é Campo aberto ou natural e Fragmentos Florestais Urbanos; área rural se encontra cultivada, porém não

são utilizadas técnicas adequadas de manejo do solo e das culturas; a área estudada apresenta distância aos corpos d'água entre 300 e 400 metros.

- **D** – Baixa Vulnerabilidade – Presença de solos maduros e desenvolvidos, conseqüentemente mais estáveis; apresenta topografia suavemente ondulada (3 a 8% de declividade); Capoeira alta, floresta secundária, reflorestamento inicial, sistemas agro-florestais e Campinarana; cultivo periódico da área e adequado manejo do solo e das culturas; a área estudada apresenta distância aos corpos d'água entre 400 e 800 metros.
- **E** – Muito baixa Vulnerabilidade – Presença de solos maduros e desenvolvidos, conseqüentemente mais estáveis; apresenta topografia plana (1 a 3% de declividade); Floresta Ombrófila Densa, reflorestamento maduro; cultivo periódico da área e adequado manejo do solo e das culturas; a área estudada apresenta distância aos corpos d'água maior que 800 metros.

- **Tipos de Unidades de Conservação (TIPUC):** este critério foi escolhido porque na área de estudo são encontradas várias categorias de unidades de conservação, sendo algumas integrantes do grupo de Proteção Integral, como é o caso do Parque Estadual e outras integrantes do grupo de Uso Sustentável, como é o caso da Área de Proteção Ambiental e da Reserva de Desenvolvimento Sustentável. Cada uma destas categorias de Unidade de Conservação apresenta características específicas, algumas se destinam somente para pesquisas e visitação (Unidades de Conservação de Proteção Integral), outras foram criadas para oferecer aos seus ocupantes o uso racional dos recursos naturais (Unidades de Conservação de Uso Sustentável), portanto, considera-se neste trabalho que as áreas de Proteção Integral concentram alto potencial para realização de atividades de recreação e ecoturismo, por serem destinadas para este fim, por outro lado, estas áreas são totalmente inaptas a realização de atividades florestais e de

agropecuária. Em relação UCs inseridas na categoria de Uso Sustentável, as mesmas tem potencialidade tanto para atividades de recreação e turismo como para atividades florestais e agropecuárias, é o caso da APA do Tarumã e da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé. As classes de Unidades de conservação presentes na área de estudo são especificadas a seguir:

- **A** - área protegidas com o objetivo de preservação dos ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilita a realização de pesquisas científicas e realização de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico a exemplo do Parque Estadual do Rio Negro e da Reserva Florestal Adolpho Ducke;
- **B** - área de preservação da natureza e, ao mesmo tempo, visa assegurar as condições e os meios necessários para a reprodução e a melhoria dos modos e da qualidade de vida e exploração sustentável dos recursos naturais pelas populações tradicionais, bem como valorizar, conservar e aperfeiçoar o conhecimento e as técnicas de manejo do ambiente, desenvolvidas por estas populações, como é o caso da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé;
- **C** - compreende área de domínio público e privado, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos bióticos, abióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem estar das populações humanas e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais, a exemplo da Área de Proteção Ambiental do Tarumã / Ponto Negra.

- **Unidades de Conservação de Proteção Integral (UCPI):** o objetivo básico deste grupo de unidades de conservação é preservar a natureza, portanto é admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais. No caso do Parque Estadual assim como na Reserva Florestal Adolpho Ducke que ocupam respectivamente 19.004,89 hectares e 4.975,99 hectares dentro da área de estudo é permitido apenas à realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico. Portanto estas áreas não apresentam potencialidade para realização de qualquer tipo de exploração florestal e atividades relacionadas com agropecuária. Portanto foram considerados os itens a seguir:

- **A** – espaço territorial localizado dentro das unidades de conservação de proteção integral;
- **B** – espaço territorial localizado fora e na região de entorno de unidades de proteção integral.

Todos os critérios especificados foram padronizados, considerando 5 classes de potencialidades assim definidas: Classe 5 - Muito Alta Potencialidade; Classe 4 - Alta Potencialidade; Classe 3 - Média Potencialidade; Classe 2 - Baixa Potencialidade e; Classe 1 - Muito Baixa Potencialidade. Quando os critérios são padronizados, utilizando-se esses intervalos de classes, eles passam a denominar-se de critérios padronizados.

A tabela 1 mostra as classes de potencialidade por critérios padronizados definidas com base em consulta à especialistas, atores sociais e revisão de literatura.

Tabela 01: Descrição dos objetivos em estudo juntamente com os critérios padronizados e suas respectivas classes de potencialidades.

OBJETIVOS	CRITÉRIOS	CRITÉRIOS PADRONIZADOS	CLASSES DE POTENCIALIDADE				
			Muito Alta (5)	Alta (4)	Média (3)	Baixa (2)	Muito baixa (1)
VULNERABILIDADE NATURAL	- SOLOS2 - DECL - VUS - DAG1	- PSOLOS - PDECL - PVUS - PDAG1	- 5 A 0 – 150m	C,D 4 B 150 – 300m	B 3 C 300 – 400m	A 2 D 400 – 800m	- 1 E > 800m
FLORESTAL	- SOLOS1 - DECL - VUS - DVI - DCC1 - RESO1 - VAT - PRESICO - DAG2 - UCPI	- PSOLOS - PDECL - PVUS - PDVI - PDCC1 - PRESO1 - PVAT - PPRESICO - PDAG2 - PUCPI	- 1 E 0 – 500m 0 – 20 Km > 3 sal. E A > 600m B	A 2 D 500 – 1200m 20 – 40 Km 2 – 3 sal. D B 300 – 600m -	B 3 C 1200 - 2000m 40 – 50 Km 1 – 2 sal. C C 150 – 300m -	C,D 4 B 2000 – 2500m 50 – 100 Km 0,3 – 1 sal. B D 80 – 150m -	- 5 A > 2500m > 100 Km 0 – 0,3 sal. A E 0 – 80m A
AGROPECUÁRIO	- SOLOS2 - DECL - VUS - DVI - DCC2 - RESO2 - VAT - VULNAT - DAG3	- PSOLOS - PDECL - PVUS - PDVI - PDCC2 - PRESO2 - PVAT - PVULNAT - PDAG3	- 1 B 0 – 300m 0 – 30 Km > 5 sal. E E > 800m	A 2 A 300 – 500m 30 – 60 Km 3 – 5 sal. D D 400 – 800m	B 3 C 500 – 700m 60 – 90 Km 2 – 3 sal. C C 250 – 400m	C,D 4 D 700 – 1500m 90 – 120 Km 1 – 2 sal. B B 120 – 250m	- 5 E > 1500m > 120 Km 0 – 1 sal. A A 0 – 120m

OBJETIVOS	CRITÉRIOS	CRITÉRIOS PADRONIZADOS	CLASSES DE POTENCIALIDADE				
			Muito Alta (5)	Alta (4)	Média (3)	Baixa (2)	Muito baixa (1)
RECREAÇÃO E ECOTURISMO	- SOLOS1	- PSOLOS	-	A	B	C,D	-
	- DECL	- PDECL	1	2	3	4	5
	- VUS	- PVUS	E	D	C	B	A
	- DCC3	- PDCC3	0 – 20 Km	20 – 40 Km	40 – 50 Km	50 – 100 Km	> 100Km
	- RESO3	- PRESO3	> 5 sal.	3 – 5 sal.	2 – 3 sal.		0 – 1 sal.
	- DAG4	- PDAG4	0 – 200m	200 – 300m	300 – 500m	1 – 2 sal.	> 800m
	- PAI	- PPAI	A	B	C	500 – 800m	E
	- TIPUC	- PTIPUC	A	B	C	D	-
RECUPERAÇÃO AMBIENTAL	- SOLOS2	- PSOLOS	-	C,D	B	A	-
	- DECL	- PDECL	5	4	3	2	1
	- VUS	- PVUS	A	B	C	D	E
	- VULNAT	- PVULNAT	A	B	C	D	E

LEGENDA: **CLASSES DE PVUS:** **A)** Área desflorestada com solo exposto e queimadas; **B)** Lavoura, pastagem e capoeiras; **C)** Campo e Fragmentos Florestais Urbanos; **D)** Floresta secundária, reflorestamento e Campinarana; **E)** Floresta Ombrófila Densa. **CLASSES DE PSOLOS:** **A)** Latossolo Amarelo; **B)** Podzólico Vermelho Amarelo; **C)** Gleissolos; **D)** Podzol Hidromórfico. **CLASSES PVAT:** **A)** Valor muito baixo - floresta secundária; **B)** Valor baixo - Pastagem natural; **C)** Valor médio - Áreas de florestas com alguns indivíduos comerciais; **D)** Valor alto - Pastagem plantada; **E)** Valor muito alto – Lavoura e manejo florestal. **CLASSES DE PRESICO:** **A)** Muito alta presença - Floresta Ombrófila Densa; **B)** Alta presença - Floresta com reduzido número de indivíduos comerciais; **C)** Média presença - Floresta secundária; **D)** Baixa presença - Floresta secundária com indivíduos de pequeno porte; **E)** Muito baixa presença - Floresta sem presença de indivíduos comerciais. **CLASSES PAI:** **A)** Paisagens com alta atração - composta de corpos d'água e vegetação; **B)** Paisagens com boa atração - áreas com vegetação rara ou endêmica; **C)** Paisagens com média atração - áreas com floresta nativa; **D)** Paisagens com baixa atração - áreas com presença de atividades agropecuárias; **E)** Paisagens com muito baixa atração - áreas queimadas degradadas. **CLASSES DE VULNAT:** **A)** Muito alta Vulnerabilidade – Presença de solos jovens; topografia montanhosa; área desflorestada e/ou queimada com necessidade de recuperação e a área apresenta distância aos corpos d'água entre 0 e 100 metros; **B)** Alta Vulnerabilidade - Presença de solos jovens e pouco desenvolvidos; topografia fortemente ondulada; a cobertura vegetal é capoeiras no estágio inicial de sucessão e distância aos corpos d'água varia entre 100 e 300 metros; **C)** Média Vulnerabilidade – Apresenta solos mediantemente estáveis e intemperizados; topografia ondulada; cobertura vegetal de Campo aberto e Fragmentos Florestais Urbanos; área rural se encontra cultivada porém não são utilizadas técnicas adequadas de manejo do solo e das

culturas; a área estudada apresenta distância aos corpos d'água entre 300 e 400 metros; **D)** Baixa Vulnerabilidade – Presença de solos maduros e desenvolvidos; topografia suavemente ondulada; Capoeira alta, floresta secundária e Campinarana; a área estudada apresenta distância aos corpos d'água entre 400 e 800 metros; **E)** Muito baixa Vulnerabilidade – Presença de solo estáveis; topografia plana; Floresta Ombrófila Densa; a área estudada apresenta distância aos corpos d'água maior que 800 metros. **CLASSES DE TIPUC:** **A)** Áreas protegidas com o objetivo de preservação dos ecossistemas naturais, possibilita somente a realização de pesquisas científicas e realização de atividades de educação e interpretação ambiental; **B)** Área de preservação da natureza, porém permite a exploração sustentável dos recursos naturais pelas populações tradicionais; **C)** Compreende área de domínio público e privado com objetivo básico de proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação. **CLASSES DE UCPI:** **A)** Espaço territorial localizado dentro das unidades de conservação de proteção integral; **B)** Espaço territorial localizado fora e na região de entorno de unidades de proteção integral.

4.3.4.4 - BASE CARTOGRÁFICA E INFORMAÇÕES DISPONÍVEIS PARA A GERAÇÃO DAS CARTAS DE CRITÉRIOS

Esta fase consistiu em preparar toda a base cartográfica e informações disponíveis necessária para a obtenção das cartas de critérios. Esta preparação, de acordo com a área de estudo, seguiu as seguintes etapas:

- a) **Disponibilização dos dados básicos necessários:** nesta etapa foi feito um levantamento sobre a disponibilidade dos dados básicos necessários, em seus vários formatos, incluindo o analógico (papel), digital ou extraídos de produtos de sensoriamento remoto (imagens de satélites, fotografias aéreas etc.). Além disso, foram obtidas informações sobre distância ao centro consumidor, distâncias as vias de acesso e outros dados sócio-econômicos.
- b) **Preparação e reunião dos dados:** nesta etapa, de acordo com a forma de disponibilização dos dados, eles são preparados e incorporados ao computador. Se os dados estão disponíveis em formato analógico, eles são transformados para o formato digital. A seqüência utilizada para atingir este objetivo consiste na digitalização ou vetorização, edição dos dados e escolha do sistema de projeção a utilizar para todas as cartas. Os dados disponíveis em formato digital, já se encontram em condições de serem reunidos. Para os dados que foram extraídos de produtos de sensoriamento remoto, se utilizou as técnicas tradicionais de interpretação visual e automática para a classificação das imagens, possibilitando a extração dos dados necessários. Após a preparação de todos os dados, eles foram reunidos em formato digital.
- c) **Homogeneização ou padronização dos dados:** após a reunião dos dados, eles foram homogeneizados, já que poderiam estar em sistemas de projeções e formatos diferentes. Quando necessário, se converteu os arquivos para o formato *raster*.

- d) **Disponibilização dos dados no SIG:** após a homogeneização dos dados, eles foram disponibilizados em SIG.

O objetivo maior desse capítulo do trabalho não é desenvolver metodologias para a obtenção dos mapas básicos. Parte-se da pressuposição de que estes mapas sejam disponibilizados em formato digital e que foram obtidos por um método aceitável, apresentando uma boa precisão.

As cartas básicas utilizadas neste trabalho e geradas em fases anteriores a esta foram utilizadas as seguintes:

- a) Carta da rede hidrográfica;
- b) Carta de áreas de preservação permanente;
- c) Carta de declividade;
- d) Carta de vegetação e formas uso do solo;
- e) Carta de solos;
- f) Carta de rede viária;
- g) Carta de unidades de conservação.

As cartas básicas foram geradas da seguinte maneira:

Depois de realizado o levantamento dos dados disponíveis sobre a área de estudo, foram selecionados os temas das cartas básicas que constituiriam a base cartográfica, obedecendo-se os seguintes critérios:

- iv. A confiabilidade da origem dos dados;
- v. A qualidade das informações disponíveis e;
- vi. O nível da condição dos dados analógicos para digitalização.

Após a seleção dos dados, aqueles que se apresentavam em formato analógico (papel) foram digitalizados utilizando scanner com resolução de 400 dpi, em seguida foram armazenados em diretório de computador. As informações digitalizadas foram as cartas topográficas escala 1:100.000 referentes a área de estudo, correspondentes as folhas SA.21-Y-C-I, MI-517; SA.21-Y-A-IV, MI-518; SA.21-Y-C-I, MI-579 e SA.20-Z-D-III, MI-578, todas produzidas pelo Ministério do Exército – Departamento de Engenharia e Comunicações, Diretoria de Serviço Geográfico – Região Norte do Brasil, ano de 1980 (Figura 17).

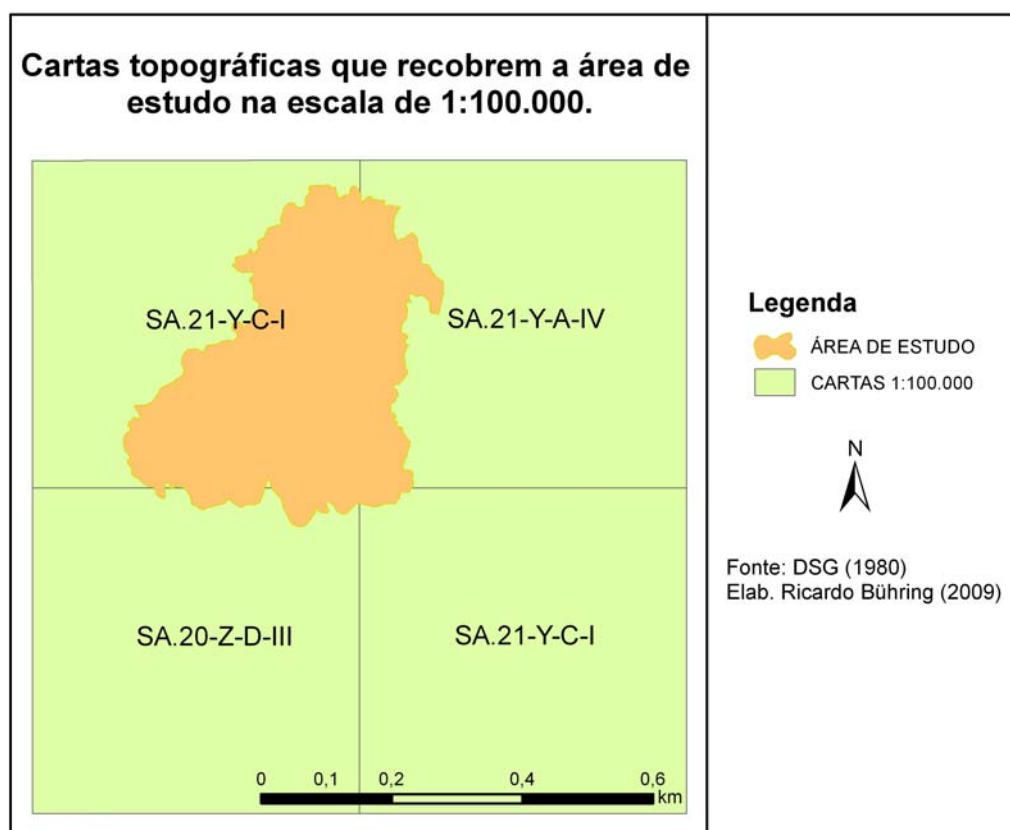


Figura 17: Cartas Topográficas que cobrem a área de estudo.

Depois da digitalização das cartas, estas foram georreferenciadas utilizando o Datum Horizontal SAD 69 (*South American Datum 1969*). Este Datum é indicado para correção da superfície terrestre em relação ao norte magnético para America do Sul. O Sistema de Projeção de Coordenadas foi o Geográfico - Lat/Long em Graus Decimais com seis casas decimais. Em seguida, as cartas já georreferenciadas foram utilizadas como base para georreferenciamento da imagem do Satélite Landsat-5, sensor TM, órbita 231, ponto 62, bandas 3, 4 e 5, referente ao ano de 2008. Por meio da combinação dessas bandas foi criada uma composição colorida falsa cor R5 G4 B3, após este processo a composição colorida gerada teve seus detalhes realçados aumentando assim o contraste entre as diferentes formas de vegetação e uso do solo existentes na área de estudo.

De posse da imagem (composição colorida) e das cartas topográficas georreferenciadas foi extraído o divisor de águas que nada mais é do que as

cristas das elevações do terreno que separam a drenagem da precipitação entre duas bacias adjacentes, assim se obteve o limite da área de estudo. Este limite foi utilizado para recortar a imagem, as cartas topográficas e os arquivos vetoriais que cobrem a área.

Após scanados e georreferenciados foi iniciado o processo de vetorização que consistiu na extração de informações dos arquivos digitais em formato *raster* e transformação destas em formato vetorial (linhas, pontos e polígonos). Isso permitiu descrever de forma qualitativa a distribuição espacial de uma grandeza geográfica.

O primeiro passo foi vetorizar a rede de drenagem presente na área de estudo. Em seguida, foram vetorizados os pontos de nascentes e outros corpos d'água. Os dados foram extraídos das cartas do exército e comparados com a imagem de satélite, as informações que não estavam contidas nas cartas foram atualizadas pelas imagens, isso tornou possível gerar dois arquivos vetoriais um contendo a hidrografia representada pelos rios e o outro os pontos de nascentes e corpos d'água presentes na área de estudo.

As imagens de Radar SRTM_25_13 e SRTM_24_13 foram utilizadas para gerar a carta do Modelo Digital de Elevação da área de estudo, sendo gerada por meio dela a carta de declividade.

A carta de vegetação e uso do solo para o ano de 2008 foi obtida através de classificação supervisionada, conforme figura 18. Este método de classificação é utilizado quando o classificador conhece a realidade de campo e possui pontos de controle em locais facilmente reconhecidos na imagem. Para obtenção destes pontos de controle foram utilizados alguns mapas e com auxílio de receptor GPS e máquina fotográfica digital foram identificadas as várias formas de uso e cobertura da terra na área de estudo (solo exposto, capoeira, plantios, água, tipos de uso e cobertura da terra, entre outros).

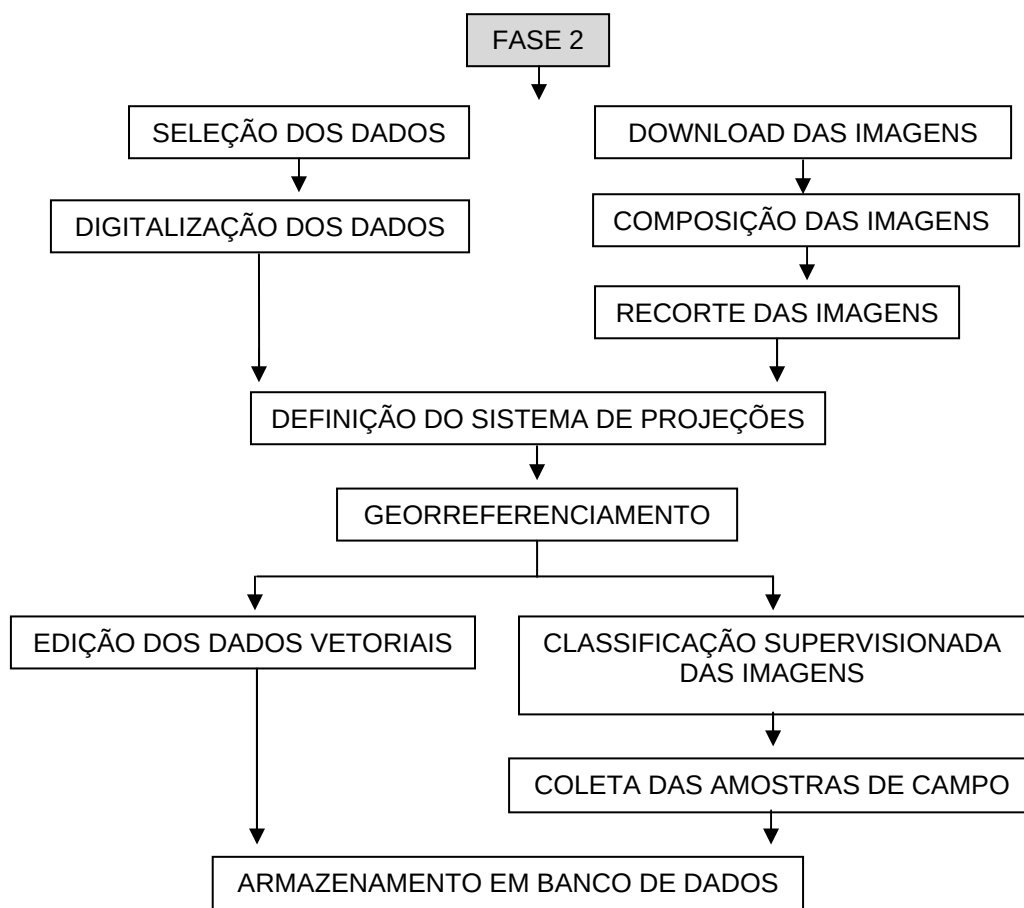


Figura 18: Processamento dos dados e verificação da verdade de campo.

As demais informações disponíveis na forma digital e representação vetorial como solos, Rede viária e Unidades de Conservação foram recortadas utilizando o limite da área de estudo. Estes dados foram obtidos em diversas fontes como o Projeto RADAMBRASIL (1978), os dados disponíveis pelo Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM e informações disponíveis pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. As informações sobre Unidades de Conservação foram adquiridas junto ao Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas – IPAAM e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Manaus – SEMMA.

4.3.3.5 - GERAÇÃO DAS CARTAS DE CRITÉRIOS, DE ZONEAMENTO E CONFLITOS DE USO

As cartas de critérios foram geradas utilizando as ferramentas usuais presentes em SIG, conforme especificação abaixo:

a) **Carta de critério Declividade (DECL):** com o uso de um Sistema de Informações Geográficas - SIG a carta de declividade contínua gerada na fase anterior foi reclassificada em classes de declividade com base na recomendação da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS), da seguinte forma:

- de 1% até 3% - relevo plano;
- de 3% até 8% - relevo suave ondulado;
- de 8% até 20% - relevo ondulado;
- de 20% até 45% - relevo fortemente ondulado e
- maiores que 45% - relevo montanhoso/escarpado.

Depois de ter sido gerada, esta carta foi convertida do formato *raster* em que se encontrava para o formato vetorial onde foi calculada a área em hectares de cada uma das classes. Com uso de receptor GPS foram coletados pontos de controle terrestre para validar o trabalho de laboratório. Esta carta foi gerada para subsidiar os objetivos de Vulnerabilidade Natural a Perda de Solos, Florestal, Agropecuário, Recreação e Turismo e Recuperação Ambiental.

b) **Carta de critério Vegetação/Uso do Solo (VUS):** esta carta de critério é a própria carta básica de vegetação/uso do solo com as suas diversas classes padronizadas para os diferentes objetivos de Vulnerabilidade Natural a Perda de Solos, Florestal, Agropecuário, Recreação e Turismo e Recuperação Ambiental.

c) **Carta de critério distância à água (DAG1, DAG2, DAG3, DAG4):** O Plano de Informação (PI) de hidrografia contendo os corpos d'água (lagos, lagoas, fontes e reservatório), foi utilizado para definir

as áreas que continham água. Em seguida, este Plano de Informação (PI) foi entrada para a geração do PI de distância contínua. Este PI foi reclassificado para os objetivos de Vulnerabilidade Natural à Perda de Solos, Florestal, Agropecuário e de Recreação/Ecoturismo conforme tabela 6, gerando assim, três Planos de Informação. Para estes Planos de Informação foram elaborados layout, produzindo-se assim, as cartas de critério de distância da área à água para os objetivos de Vulnerabilidade Natural a Perda de Solos, Florestal, Agropecuário e Recreação e Turismo.

- d) **Carta de vulnerabilidade natural a perda de solo (VULNAT):** esta carta foi gerada com base na metodologia de Crepani *et all.* (2001) com adaptações para a realidade local, portanto foram utilizadas como base as cartas de Declividade, Solos, Vegetação/uso do solo e Distância a corpos d'água. As suas classes são definidas com base nos cenários apresentados na área de estudo e foram classificadas em Muito Alta Vulnerabilidade a Perda Natural de Solos (5); Alta Vulnerabilidade (4); Média Vulnerabilidade (3); Baixa Vulnerabilidade (2); e Muito Baixa Vulnerabilidade (1). Esta carta de critério foi gerada para os objetivos de Agropecuária, Recreação e Turismo e Recuperação Ambiental.
- e) **Carta de distância da área à rede viária (DVI):** com uso de SIG foi gerada esta carta de critério, cujo método tomou como base a carta de rede viária (Estradas) que serviu como entrada para a geração do PI de distância contínua, conforme a tabela 6. Esta carta foi gerada para o objetivo Florestal e Agropecuário.
- f) **Carta de solos (SOL):** esta carta é a própria carta básica de Solos representada por classes de solo com base no seu nível de desenvolvimento e a maturidade o que influencia significativamente na vulnerabilidade natural a na potencialidade de uso dos solos

para os objetivos Florestal, Agropecuário, Recreação e Turismo e Recuperação Ambiental.

- g) **Carta de distância ao centro consumidor (DCC1, DCC2 e DCC3):** esta carta foi obtida à partir do limite de bairros do Município de Manaus. Os bairros localizados no interior da área de estudo foram considerados como centro consumidor. Após isso foram geradas as cartas de distância da área ao centro consumidor agropecuário, florestal e de recreação e turismo.
- h) **Carta de presença de indivíduos comerciais (PRESICO):** carta obtida a partir da carta de uso e cobertura da terra, sendo representada em classes, mais especificamente, a partir do conhecimento da tipologia florestal presente e de informações relativas ao nível de indivíduos comerciais atuais na área. Desta maneira, considera-se que, quanto maior o nível de indivíduos comerciais e a tipologia vegetal mais desenvolvida, maior é a potencialidade para a atividade florestal.
- i) **Carta de paisagem cênica (PAI):** carta obtida a partir das cartas intermediárias utilizadas para obter a carta de preservação permanente, obtida a partir do "*buffer*", com base na legislação florestal das larguras dos rios; da carta de uso e cobertura da terra e visitas "*in loco*" (informações de campo) sobre a área em análise. As suas classes são representadas por:
 - **A** - Paisagens com alta atração - composta de corpos d'água e vegetação, cachoeiras e rios;
 - **B** - Paisagens com boa atração - áreas de pouso de aves, com vegetação rara ou endêmica e habitat de animais raros;
 - **C** - Paisagens com média atração - áreas com floresta nativa e campos naturais;
 - **D** - Paisagens com baixa atração - áreas com presença de atividades agropecuárias;

- **E** - Paisagens com muito baixa atração - áreas com exploração florestal direta, queimadas e áreas degradadas.

A definição dessas classes foi com base no trabalho de Imanaga *et all.* (1994) que levantaram as paisagens preferenciais dos brasileiros para a recreação e turismo.

- j) **Valor da terra (VAT)** – esta carta de critério foi gerada com base na carta de Vegetação/uso e cobertura da terra. Neste caso o valor da terra foi definido pelas formas de uso e cobertura da terra, sendo que apresentaram valor muito baixo aquelas áreas cobertas por floresta secundária, cerrado, ou outras florestas sem valor comercial em termos de extração econômica de madeira ou produtos de múltiplos fins, por outro lado as áreas cultivadas por lavouras, áreas de reflorestamento ou áreas de manejo florestal apresentaram alto valor da terra. Este critério atendeu aos objetivos Florestal, Agropecuário e de Recuperação Ambiental.
- k) **Retorno Social (RESO1, RESO2 e RESO3)** – esta carta de critérios foi gerada com base nas informações obtidas em órgãos de assistência técnica, em conversas informais com os comunitários e trabalhadores encontrados na área de estudo e em conversas com pesquisadores e especialistas do setor. Desta forma se buscou conhecer o retorno social médio mensal, em termos financeiros pela realização das atividades relacionadas com os objetivos de uso Florestal, Agropecuário e de Recreação e Ecoturismo. O intervalo salarial definido para os objetivos foi o seguinte: Objetivo Florestal renda entre 0 e 3 salários mínimo; para o Objetivo de Agropecuária renda entre 0 e 4 salários mínimo mensais e para o Objetivo de Recreação e Turismo renda entre 0 e 5 salários.
- l) **Tipos de Unidades de Conservação (TIPUC)**: esta carta de critério é carta de unidades de conservação gerada na fase anterior deste trabalho. As Categorias de Unidades de Conservação

localizadas na área de estudo representam tanto o Grupo de Proteção Integral quanto o Grupo das UCs de Uso Sustentável. Esta carta foi gerada para subsidiar o objetivo de recreação e turismo.

- m) **Unidades de Proteção Integral (UCPI):** esta carta de critério, assim como a de tipos de UC foi gerada a partir da carta de Unidades de Conservação gerada na fase anterior. Foram levadas em consideração as UCs representantes do grupo de Proteção Integral, as quais são limitantes para a Ocupação Humana.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ESTRUTURAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA DE DADOS BIOFÍSICOS SOBRE A BACIA HIDROGRÁFICA DO TARUMÃ, MANAUS – AM.

As cartas básicas elaboradas neste trabalho foram: hidrografia; áreas de preservação permanente; declividade; rede viária; uso do solo e cobertura vegetal atual; unidades de conservação; vegetação; solos e geomorfologia. Ao observar os dados de altimetria, é notada uma variação altimétrica na área de estudo entre 10 m e 143 m.

5.1.1 HIDROGRAFIA

Manaus é uma cidade recortada por igarapés, em sua área urbana são encontradas quatro bacias hidrográficas afluentes do Rio Negro, sendo: do São Raimundo, Educandos, Puraquequara e Tarumã Açú (Santana & Barroncas, 2007). As duas primeiras estão localizadas totalmente dentro da área urbana e como consequência da ocupação humana, suas águas apresentam elevados índices de contaminação e as margens estão degradadas. Já as bacias do Puraquequara e do Tarumã Açú, que estão localizadas respectivamente a Leste e Oeste de Manaus, quando comparadas com as localizadas na área urbana, aparecem com maiores níveis de conservação.

No caso da bacia hidrográfica do Tarumã Açú que juntamente com a bacia do Tarumã Mirim correspondem à área de estudo abrangida por este trabalho, ações de planejamento para ordenar o uso e ocupação do solo são de fundamental importância pelo fato de que bairros como Ponta Negra, Santo Agostinho e Compensa além do Assentamento Tarumã Mirim criado pelo INCRA, estão expandindo seu espaço geográfico ocupado.

Segundo Pinto (2005), os Rios Tarumã Mirim e Tarumã Açú possuem suas cabeceiras no planalto da bacia sedimentar do Amazonas ou próximo a ele, com direção N/NE – S/SW, desembocando no Rio Negro, apresentando foz afogada caracterizada por amplos lagos alongados e pouco recortados.

Conforme Barbosa (2004), os corpos d'água existentes no Tarumã são constituídos por rios de águas pretas, ácidas (pH 3,5 a 4,5) e pobres em minerais, a temperatura varia entre 24 e 27°C quando corrente, passando a 30°C quando estagnada durante o período das cheias. A velocidade máxima atinge aproximadamente 25m/min. O nível das águas pode variar de 6 a 10 metros na época de cheia e alcança seu máximo no mês de junho.

Analisando a carta de hidrografia (Figura 19) da Bacia Hidrográfica do Tarumã, observa-se que a área apresenta uma boa drenagem e existem várias sub-bacias, dentre elas são destacadas a do Igarapé da Bolívia, do Mariano, do Leão, do Santo Agostinho, do Tarumãzinho, do Guaraná e da Preguiça, todas contribuintes da Bacia do Tarumã-Açú. Pelo lado do Tarumã Mirim, são encontradas as sub-bacias do Igarapé Acácia, do Branco e do Macaco Chumbado. Estas bacias juntas correspondem a aproximadamente 60% da área de estudo conforme Tabela 02.

Tabela 02: Principais Sub-bacias existentes, área total ocupada e percentual de representatividade na área de estudo.

NOME DA SUB-BACIA	ÁREA (ha)	%
Igarapé Branco	3.226,19	1,75
Igarapé Canaã	3.741,63	2,03
Igarapé da Preguiça	4.559,28	2,47
Igarapé Macaco Chumbado	6.098,87	3,31
Igarapé do Mariano	6.830,19	3,71
Igarapé Acácia	9.366,92	5,08
Igarapé Leão	10.692,14	5,80
Igarapé Santo Antônio	12.413,33	6,74
Igarapé Guaraná	17.213,44	9,35
Igarapé da Bolívia	17.422,34	9,46
Igarapé Tarumãzinho	18.662,86	10,14
TOTAL	110.227,19	59,84

Estudos realizados por pesquisadores como Santos *et al.* (2006); Santana & Barroncas (2007) comprovaram que parte dos afluentes do Rio Tarumã Açú se encontram com algum tipo de contaminação, seja pelo chorume produzido no aterro sanitário da cidade que esta localizado dentro dos limites da bacia, mais especificamente no km 19 da Rodovia AM 010, seja pelo lixo doméstico produzido nos bairros do entorno e lançado nos igarapés.

O aterro encontra-se localizado na margem direita do igarapé Bolívia, deste igarapé, somente as nascentes que estão localizadas na Reserva Florestal Adolfo Ducke se mantêm a salvo da degradação ambiental. Isso significa que se o Igarapé da Bolívia e seus afluentes, ou seja, a sub-bacia do Igarapé da Bolívia estiver contaminada corresponde a aproximadamente 9,5% da Bacia Hidrográfica do Tarumã.

É de ressaltar que além da contaminação provocada pelo aterro sanitário e por esgotos, atividades agro-industriais, como extrações de óleos vegetais, despulpamento de frutas, desmatamentos, assim como a existência de várias marinas também influenciam a qualidade das águas.

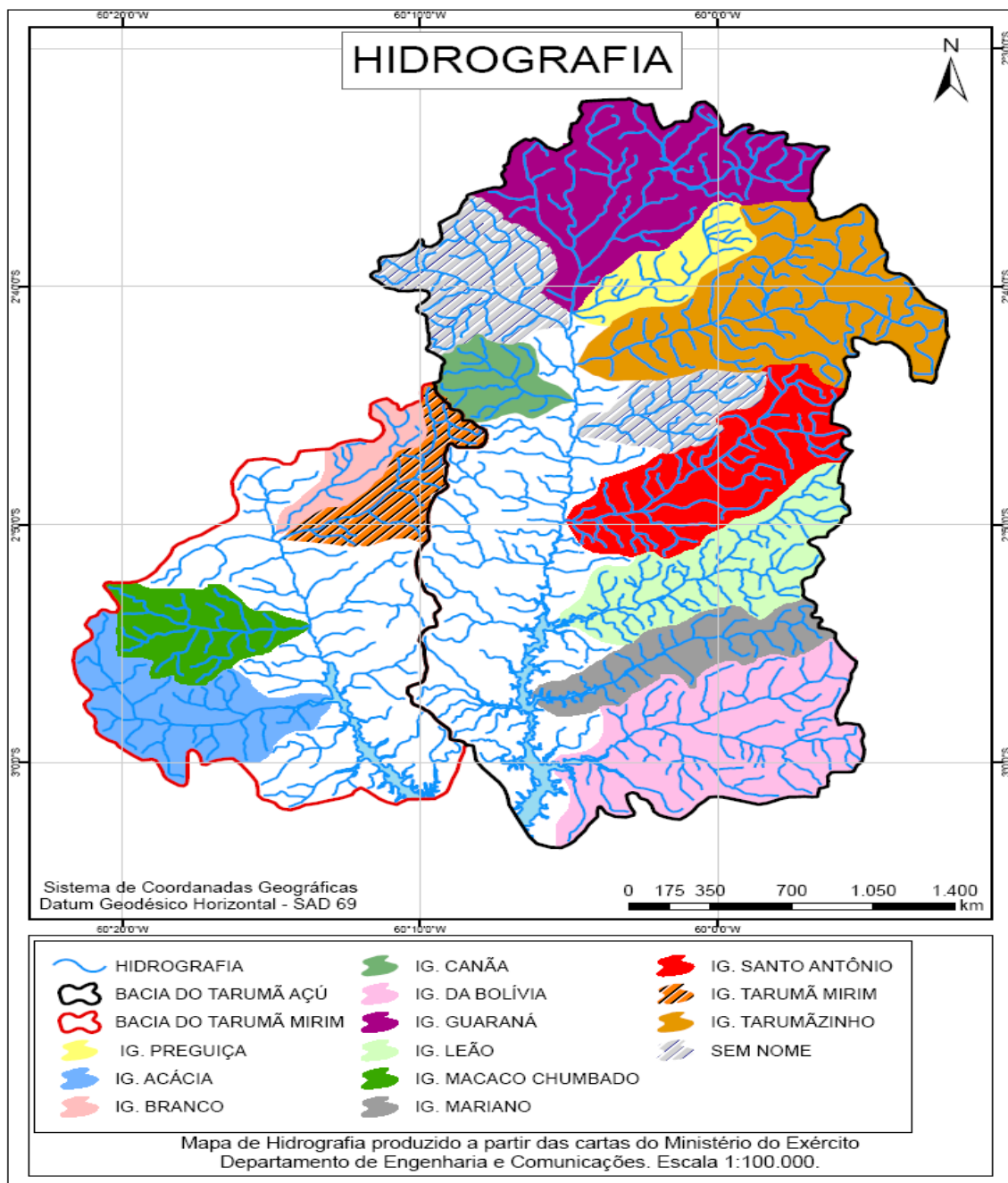


Figura 19: Carta de Hidrografia.

5.1.2 ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Com base no Código Florestal, foram encontradas na área de estudo, vários tipos de áreas de preservação permanente, assim sendo, a área total da bacia hidrográfica destinada para preservação permanente foi de aproximadamente 64.054,25 hectares, o que significa que em torno de 34,80% desta área deveria ser destinada única e exclusivamente para preservação (Figura 23).

Ao avaliar o nível de preservação destas áreas observou-se que 18.344,58 hectares, ou seja, quase 29% das áreas que são preservadas pela legislação florestal brasileira encontram-se sob uso indevido. Os impactos encontrados nelas são os mais variados, desde retirada ilegal de madeira até desmatamento em encostas, ocasionando significativos deslizamentos e assoreamento de igarapés (Figuras 20, 21 e 22).



Figuras 20 e 21: Desmatamento em áreas de Preservação Permanente.



Figuras 22: Impactos ambientais decorrentes do uso indevido de áreas de preservação permanente.

5.1.3 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Segundo Ab'Saber (1987), um dos primeiros passos quando se pretende mapear uma área para subsidiar planejamentos de uma determinada região, é definir os dois importantes espaços geográficos existentes. Desta forma são definidos dois: a somatória dos espaços de preservação permanente ou conservação preferencial (reservas indígenas, parques nacionais, reservas florestais, reservas biológicas, estações ecológicas, áreas de proteção obrigatória e unidades equivalentes) e o saldo dos espaços efetivamente disponíveis para planejamento racional da ocupação dos solos, instalação de infra-estruturas, desenvolvimento urbano e rural, dentro das posturas legais de exploração do solo e das obrigações com a proteção zoneada dos espaços internos da gleba, fluxo das águas e qualidade ambiental.

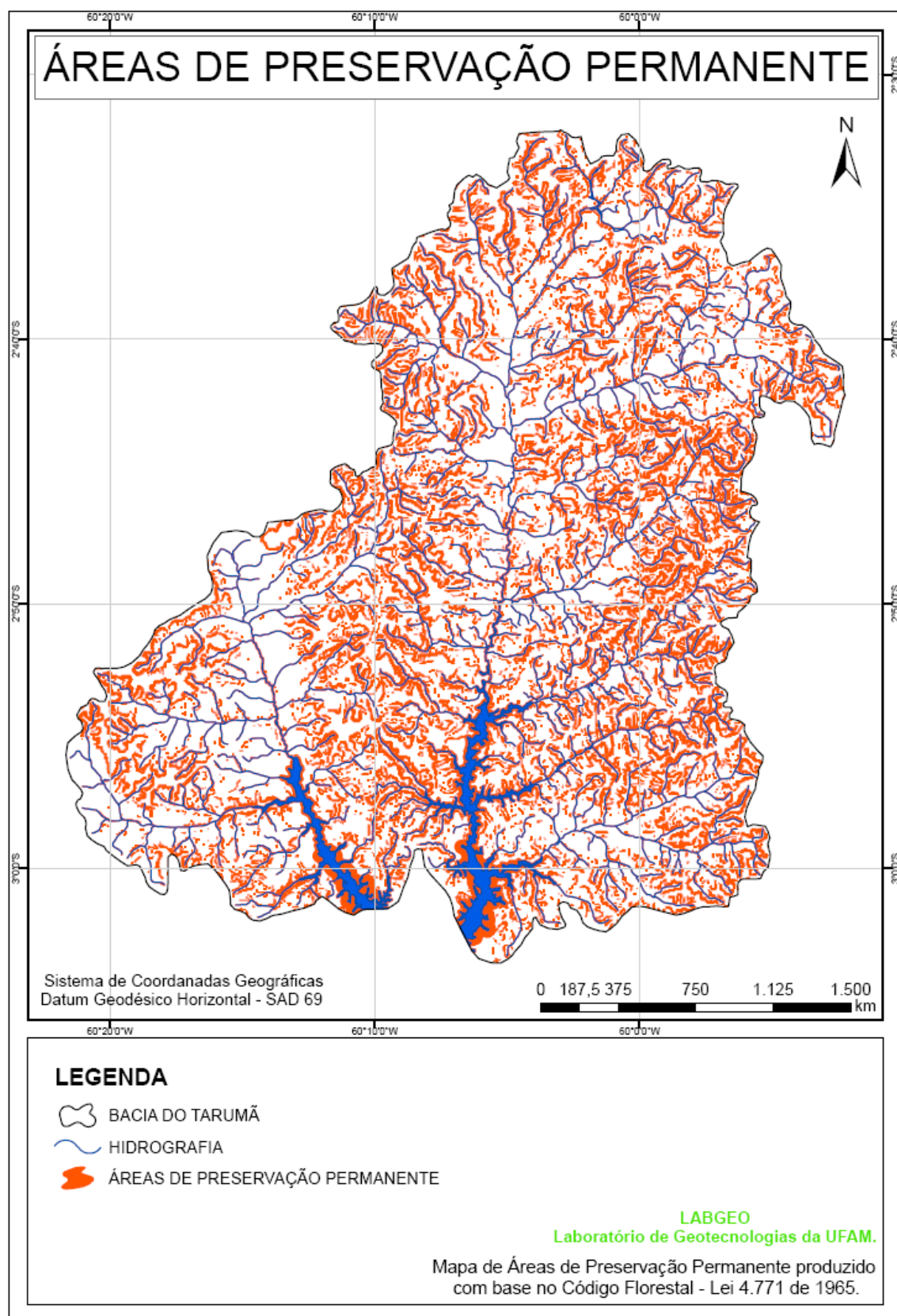


Figura 23: Carta das Áreas de Preservação Permanente.

Com base nesta recomendação, ficou evidente que a área de estudo está inserida em um mosaico de Unidades de Conservação – UCs cujos gestores são órgãos ambientais localizados no município de Manaus, como a Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SEMMA, Secretaria de Estado do Meio Ambiente Desenvolvimento Sustentável – SDS e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA (Figura 24).

Isso significa que oficialmente 97.519,85 hectares da Bacia Hidrográfica do Tarumã estão sob alguma forma de proteção legal, porém do total de área protegida, 5.007,84 hectares são áreas de sobreposição de UCs, portanto estes valores não devem ser contabilizados duas vezes. Desta forma, 92.512,01 hectares é a área total protegida o que corresponde a 50,26%. Na Tabela 03 são apresentados os valores correspondentes a cada Unidade de Conservação e o seu percentual de área protegida na bacia hidrográfica.

Do total de área protegida nesta bacia hidrográfica, aproximadamente 13% estão inseridas na categoria de unidades de proteção integral, ou seja, não podem ser habitadas pelo homem, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, em atividades como pesquisa científica e turismo ecológico, por exemplo.

Tabela 03: Unidades de Conservação localizadas na área de estudo, área total da unidade, área total na bacia e percentual de representatividade.

NOME DA UC	ÁREA TOTAL (ha)	ÁREA NA BACIA (ha)	%
PAREST Rio Negro Setor Sul	157.807,00	19.004,89	10,35
APA do Rio Negro Setor Sul	56.793,00	45.503,36	24,72
APA Tarumã / Ponta Negra	22.698,00	20.526,67	11,15
RDS do Tupé	11.973,00	7.508,94	4,08
Reserva Florestal Adolpho Ducke	10.000,00	4.975,99	2,70
Área de Sobreposição	5.007,84	5.007,84	- 2,72*
TOTAL	264.278,84	92.512,01	50,27

* Área de sobreposição de Unidades de Conservação localizadas na Bacia do Tarumã. Este valor foi subtraído do valor total de área protegida.

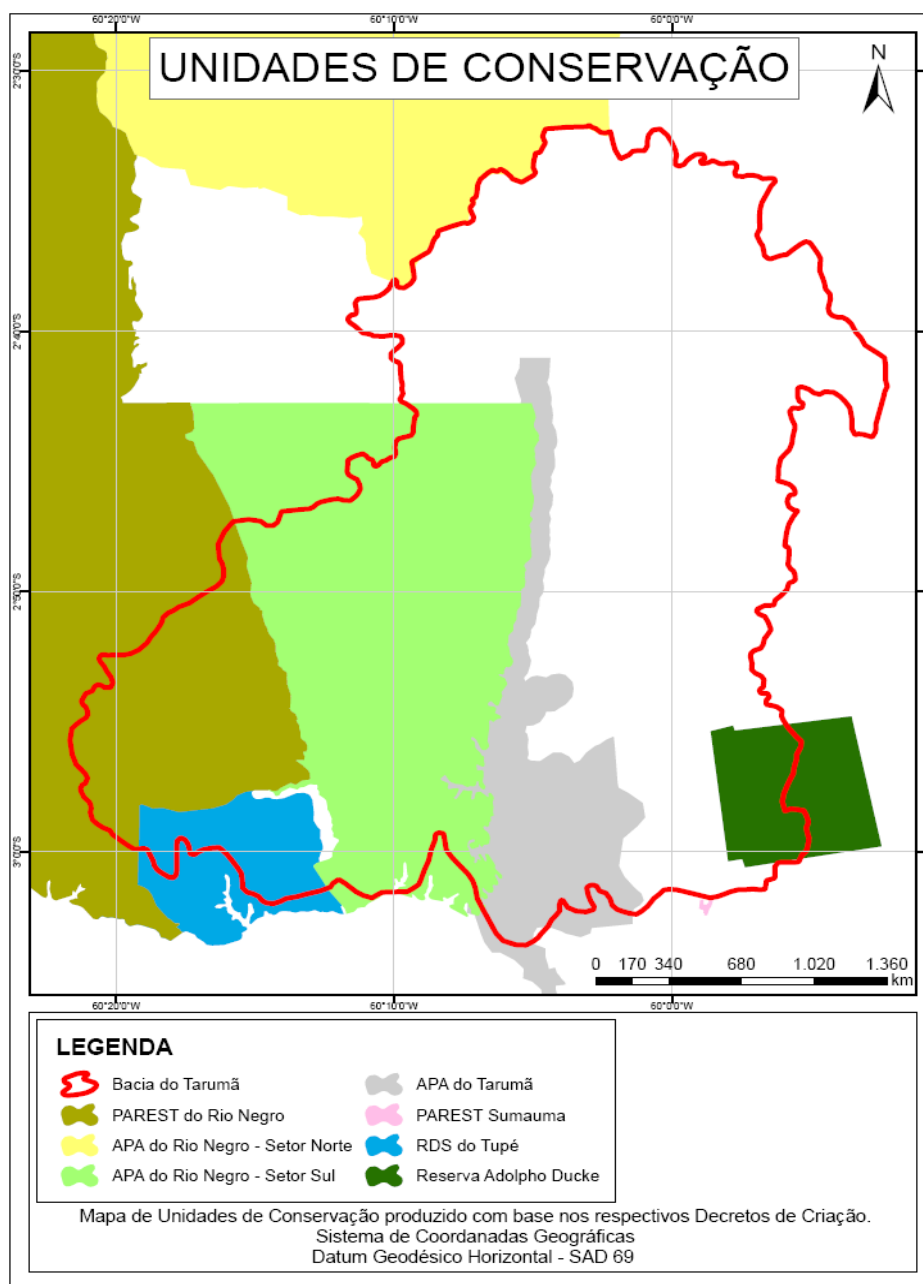


Figura 24: Carta de Unidades de Conservação.

5.1.4 VIAS DE ACESSO

O acesso a região pode ser feito de duas formas: uma terrestre, através do Ramal Pau Rosa, localizado no km 21, à margem esquerda da BR 174 e outra fluvial, que se inicia pelo Rio Negro que por sua vez dá acesso aos seus afluentes da margem esquerda que são os Rios Tarumã Açú e Tarumã Mirim. O ramal do Pau Rosa possibilita acessar 74 km de estradas vicinais abertas para atender o assentamento do Tarumã Mirim que tem como eixo principal o Ramal da Cooperativa (INCRA, 1998).

Apesar do bom estado da Rodovia até a entrada do assentamento, os ramais internos, que totalizam aproximadamente 74 km são precários, principalmente na estação chuvosa, o que dificulta o escoamento da produção e a rota do ônibus que circula na área (Figura 25).

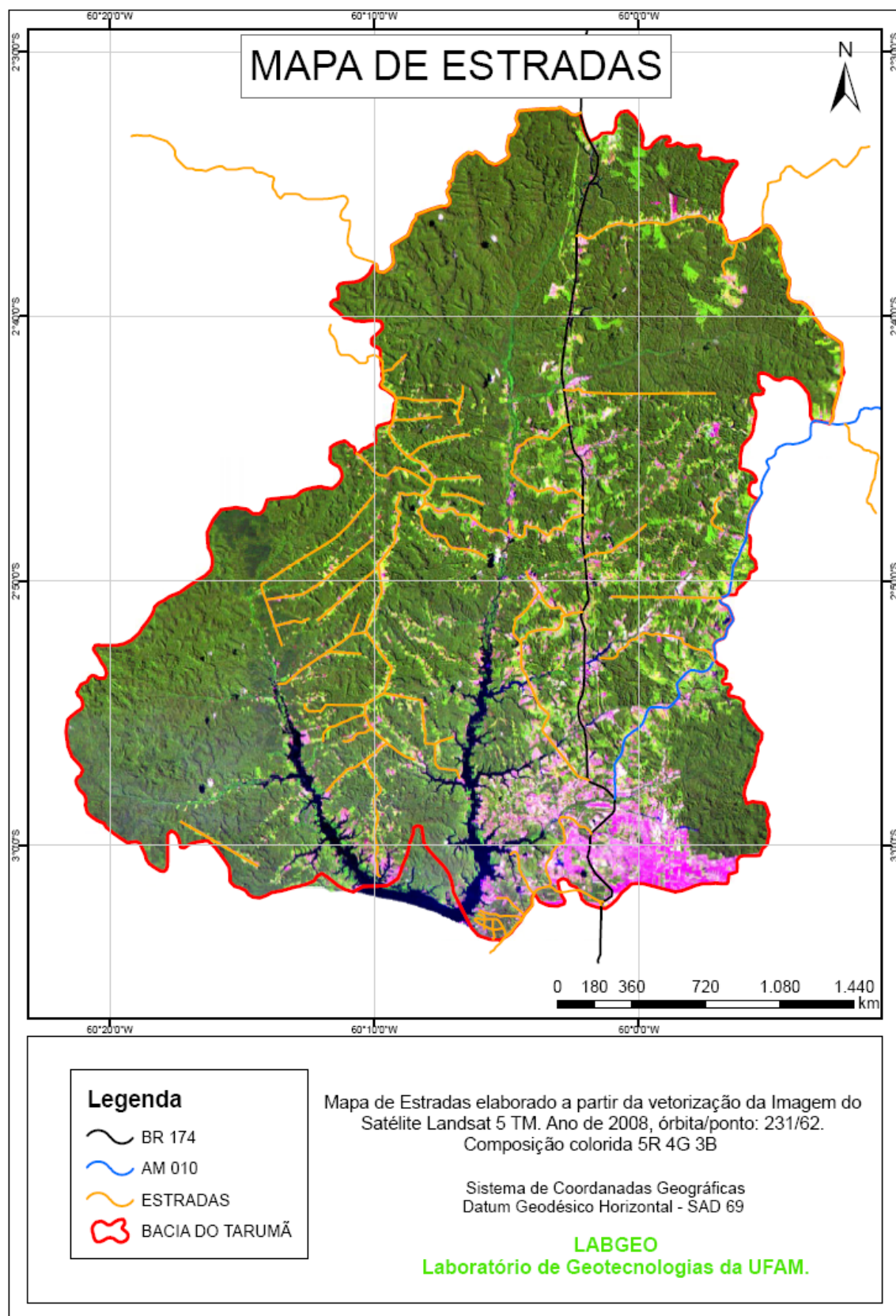


Figura 25: Carta da rede viária da área de estudo.

5.1.5 VEGETAÇÃO

Segundo Barbosa (2004), apesar da baixa produtividade madeireira da vegetação nativa do Projeto de Assentamento, a região é grande produtora de lenha e carvão vegetal. Em virtude do acelerado processo de ocupação agropecuário, através da derrubada e queima da floresta, a biodiversidade da região vem sofrendo forte pressão, causando inclusive o desaparecimento de algumas espécies do local.

O autor ainda destacou que o objetivo principal do projeto de assentamento foi fixar o homem no campo, porém esta realidade ainda não pôde ser alcançada a contento. O solo da região, deficiente em nutrientes, não permite uma produção agrícola sustentável. Desta forma, as famílias recorreram à prática da extração de madeira para fabricação de carvão e construção civil, porém, de forma desordenada e ilegal. O desmatamento tem ocorrido também em áreas de preservação permanente (matas ciliares), e áreas de encostas, com declividade acima de 45°, descumprindo assim o Código Florestal.

Segundo Silva (2005), na altura do quilômetro 26 da AM-010, seguindo o curso superior do Igarapé do Mariano, afluente do Rio Tarumã Açú, é possível encontrar, devido à baixa densidade demográfica, a presença da floresta primária de “terra firme” tecnicamente denominada Floresta Ombrófila Densa em toda a extensão do canal principal e seus afluentes encoberto pela floresta com árvores que variam de 20 a 25 metros, criando no seu interior sobre o solo a “serrapilheira” chamada pelo autor de tapete marrom.

É perceptível, de forma geral, na Bacia do Tarumã um forte impacto na cobertura vegetal, motivado principalmente pela ocupação desordenada ocasionado um intenso uso do solo; a floresta primária vem sendo substituída por vegetação secundária, onde capoeiras e capoeirões constituem a nova fisionomia que surge em substituição à vegetação anterior (Figura 26).

Aguiar (1995) observa esta transformação afirmando que a região do Tarumã, na zona norte da cidade, foi descredenciada como “área de relevante interesse ecológico” e estão sendo implantados vários loteamentos com intenso desmatamento e sem quaisquer critérios de preservação. Nestes

loais já é possível se observar um desequilíbrio gerado pelas chuvas com freqüentes transbordamentos dos igarapés, sob chuva mais forte, a partir de 60mm. Na Figura 26 encontram-se ilustrados os tipos de vegetação da área de estudo.

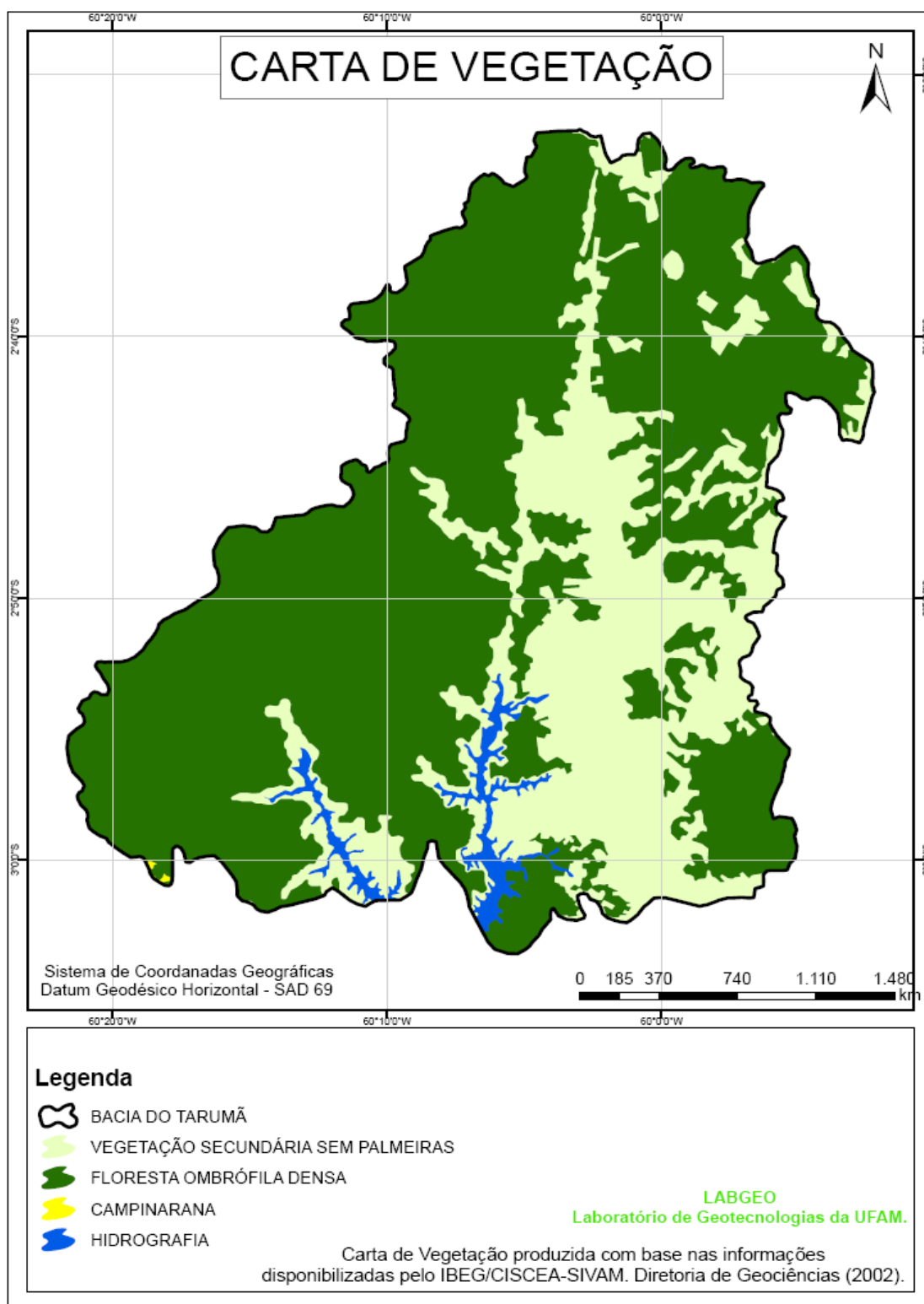


Figura 26: Carta de Vegetação.

5.1.6 GEOLOGIA

O local do estudo, segundo Santos (2001), está situado sobre a formação Alter do Chão, que corresponde os arenitos de coloração vermelha variada, sendo os mesmos que ocorrem na Vila Alter do Chão, no rio Tapajós, Estado do Pará. Segundo a autora, são sedimentos oriundos da deposição em ambientes aquosos com predominância lacustre fluviais.

Segundo Barros *et al* (2003) citado por Silva (2005), a formação Alter do Chão (Cretáceo) é ocorrente em toda área da cidade de Manaus e avança seus limites até aproximadamente o Km 85 da BR 174. As datações apontam para o Cretáceo Superior a Terciário, pertencente ao Grupo Javari, que caracteriza um ciclo de deposição em ambiente flúvio lacustre da Bacia do Amazonas.

De acordo com Santos (2001), nesta formação encontram-se sedimentos com coloração vermelha, compreende brechas intraformacionais, arenitos argilosos, argilito, quartzo-grauvacas e quartzo-arenitos, que constituem o substrato geológico da Cidade de Manaus.

Com base no Departamento Nacional de Produção Mineral (2000), os arenitos são finos a médio, mal classificados e coloração avermelhada; os argilitos, maciços ou laminares, mal consolidados, com presenças de bolsas de areias distribuídas irregularmente; e os conglomerados são de seixos de quartzo e arenito silicificado.

Nava (1996) destacou que em 1954 o autor Kistler introduziu o termo Formação Alter do Chão para ser utilizado amplamente a partir dos trabalhos de perfuração realizados pela Petrobrás em Alter do Chão no Estado do Pará, onde foi identificada uma coluna sedimentar de 545 metros de espessura composto por argilitos, siltitos, arenitos e conglomerados.

Silva (2005) destacou que as areias inconsolidadas são geralmente observadas no topo e vertente dos morros da Formação Alter do Chão e preenchendo drenagens atuais. São areias maciças de coloração branca e rosada, de granulometria média a grossa, com grânulos e seixos esporádicos, vistas em camadas métricas dispostas discordantemente sobre uma superfície mais antiga.

Nava (1996) destacou que igarapés como Tarumã Açú, Gigante, Mariano, Marianinho e do Rio Negro tem seu curso controlado pelas estruturas tectônicas regionais cujos desníveis apresentam afloramentos rochosos da Formação Alter do Chão.

3.7 GEOMORFOLOGIA

O município de Manaus se encontra inserido no Planalto Dissecado Rio Trombetas – Rio Negro, com intensa atividade dos processos erosivos. O relevo encontra-se recortado por uma emaranhada rede de igarapés, com nível altimétrico de 150 metros aproximados é classificado, segundo Guimarães (2002) como interflúvios tabulares com topos extensos variantes entre 250 a 1750 metros e transitam por colinas que se estendem até o limite com o Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental.

Nava (1999) também situou a área de estudo dentro do Planalto Dissecado Rio Trombetas – Rio Negro, apresentando relevo de interflúvios tabulares e colinas. Este autor descreveu esta paisagem como Platôs escalonados com cotas que variam em torno de 40m, 60m, 80m e 100m. Os relevos, interflúvios tabulares e colina, são esculpidos nos depósitos da Formação Alter do Chão e alcançam entre 100 e 150 metros acima do nível do mar.

Silva (2005) relatou que interflúvios tabulares são divisores de água das sub-bacias existentes na área de Manaus, e nos igarapés são característicos no trecho inferior do seu leito vales afogados principalmente na sua foz, que é confinada pela massa líquida do Rio Negro que adentra nos seus cursos dando a forma de um pequeno lago. Isso pode ser observado com clareza na área de estudo. Na Figura 27 encontra-se ilustrada a Geomorfologia da área de estudo.

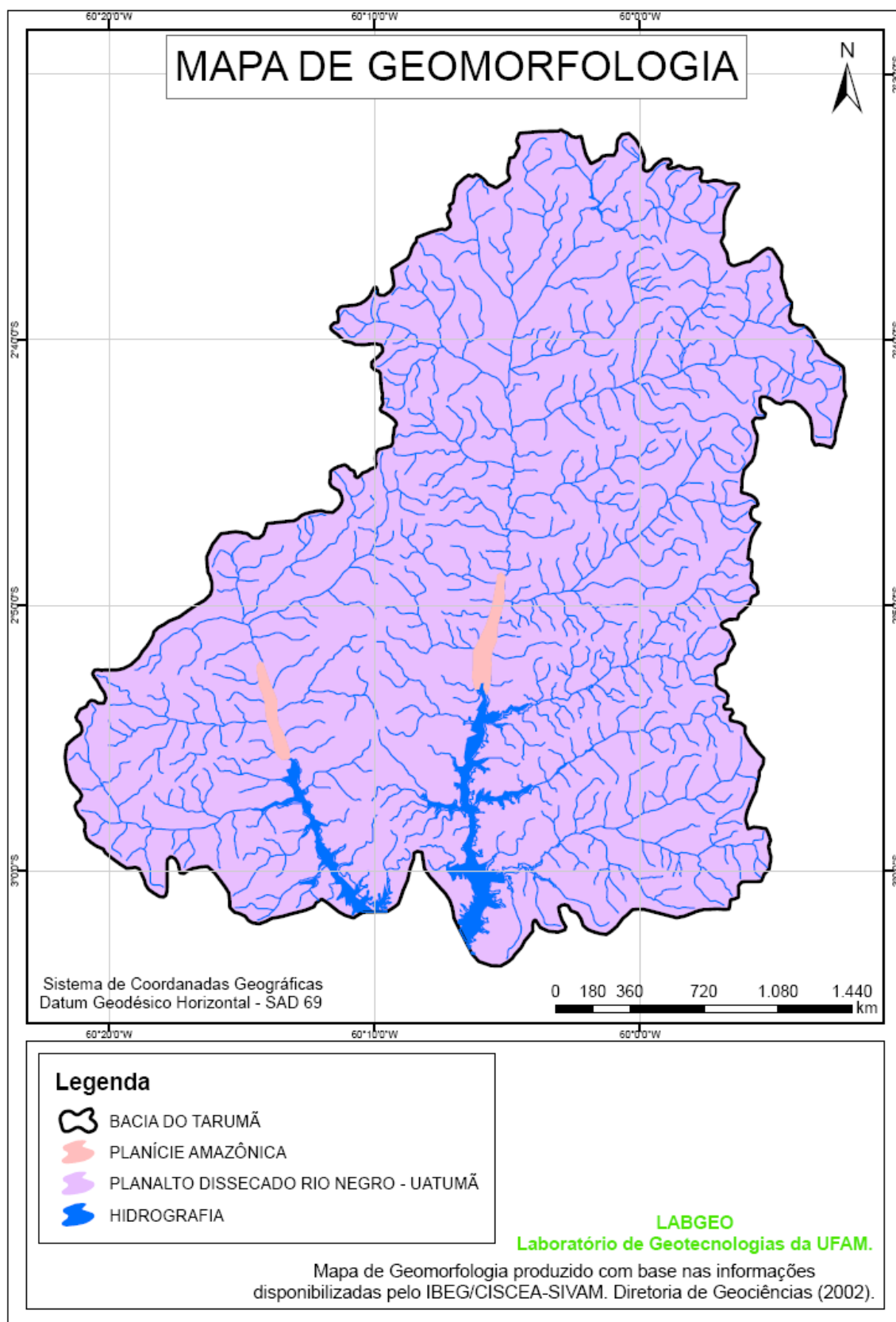


Figura 27: Carta de Geomorfologia.

5.1.8 SOLOS

No trabalho de Silva (2005) indica-se que os estudos realizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Amazônia Ocidental, na elaboração do seu Plano Diretor para o quinquênio 1999-2003, são encontrados parte enfoque dos solos da Região Amazônica: os principais solos da Amazônia tipificam os dois grandes ecossistemas que caracterizam a região: a terra firme e a várzea. A terra firme é formada predominantemente por duas principais unidades pedológicas: os Latossolos abrangendo 34% e os Podzóis cobrindo 46% desse ecossistema e os 20% restantes são: Laterita Hidromórfica, Planos Solo, Cambissolo, Arenio-quartzoso, Hidromórfico gleyzado, Líticos, Concrecionários, Lateritas indiscriminadas, Areias quartzosas hidromórficas, Areias quartzosas, Afloramentos rochosos, Aluviais e Gley pouco Húmico.

Ainda segundo este autor, os 34% correspondentes ao primeiro tipo de solo é constatado em relevo que varia de plano a suavemente ondulado, enquanto que os Podzólicos ocorrem em relevo ondulado a fortemente ondulado. Assim sendo, é um tipo de solos que necessita de cuidados para evitar problemas com erosão.

Pelas suas características físicas esses solos são adequados a práticas agrícolas, porém limitados quanto a sua fertilidade natural devido suas qualidades químicas com deficiências de fósforos (P) em 90% da região seguidos pela de nitrogênio (N) e potássio (K), além disso, 70% dos solos amazônicos são ácidos apresentando altos teores de alumínio (Al) em níveis tóxicos para os padrões agrícolas, mas podem ser corrigidos por meio de aplicações de calcário e quantidades adequadas de nutrientes (EMBRAPA 1999).

Sioli (1991) citado por Silva (2005) afirmou que a formação de águas claras e águas pretas estão correlacionadas aos tipos de solos. Segundo estes autores os solos determinam a decomposição das substâncias vegetais mortas, seja no sentido da oxidação, como os latossolos, originando-se as águas claras; já os podzols formam de imediato, húmus cru, que dissolvido

nas águas de percolação vai alcançar o lençol freático, tingindo-o e posteriormente aflorar em igarapés de água preta.

Segundo informações do Projeto RADAMBRASIL (1978), na área do Tarumã o solo dominante é do tipo latossolo amarelo e apresenta pequenas interrupções do tipo podzol hidromórfico, podzólico vermelho amarelo do tipo gley pouco húmico entre as planícies aluviais em terrenos ondulados.

Quando destacada a Bacia do Tarumã, observou-se que o Latossolo Amarelo representa 108.069,61 hectares o que corresponde a 58,7% do total da área de estudo, em seguida apareceu o Podzólico Vermelho Amarelo em 36,7% da área e representa aproximadamente 67.653,77 hectares. Já os tipos Gleissolo e Podzol Hidromórfico representam juntos aproximadamente 2,4% o que corresponde respectivamente a 3.599,14 e 804,21 hectares.

Aguiar (1995) destacou que os latossolos são solos não hidromórficos que apresentam horizonte B latossólico em um perfil, normalmente profundo, em que o teor de argila se dilui lentamente em profundidade. São solos envelhecidos ácidos e fortemente ácidos (com exceções dos eutróficos), quimicamente formados por sesquióxidos, argilo minerais silicatados (grupo da caulinita), quartzo e outros minerais silicatados fortemente resistentes a intemperiação.

Segundo informações de Ribeiro (1984), o grupo dos solos com Horizonte B Latossólico, na Região de Manaus, está representado pelos latossolos Amarelos, apresentando horizontes A, B e C, tendo o horizonte B coloração variando de bruno-amarelado e amarelo-brunado, conteúdo de Fe_2O_3 , entre 2 e 4%, e relação $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$, normalmente superior a 6%. Geralmente são encontrados em topografia plana e suavemente ondulada e sua utilização agrícola é limitada por suas propriedades químicas: baixa reserva de nutrientes minerais e altas percentagens de saturação com alumínio trocável.

Na Figura 28 é ilustrada a distribuição dos tipos de solos presentes na área do Tarumã, com base na classificação da EMBRAPA (1999) e disponibilizado pelo IBGE e SIVAM – Diretoria de Geociências - 2002.

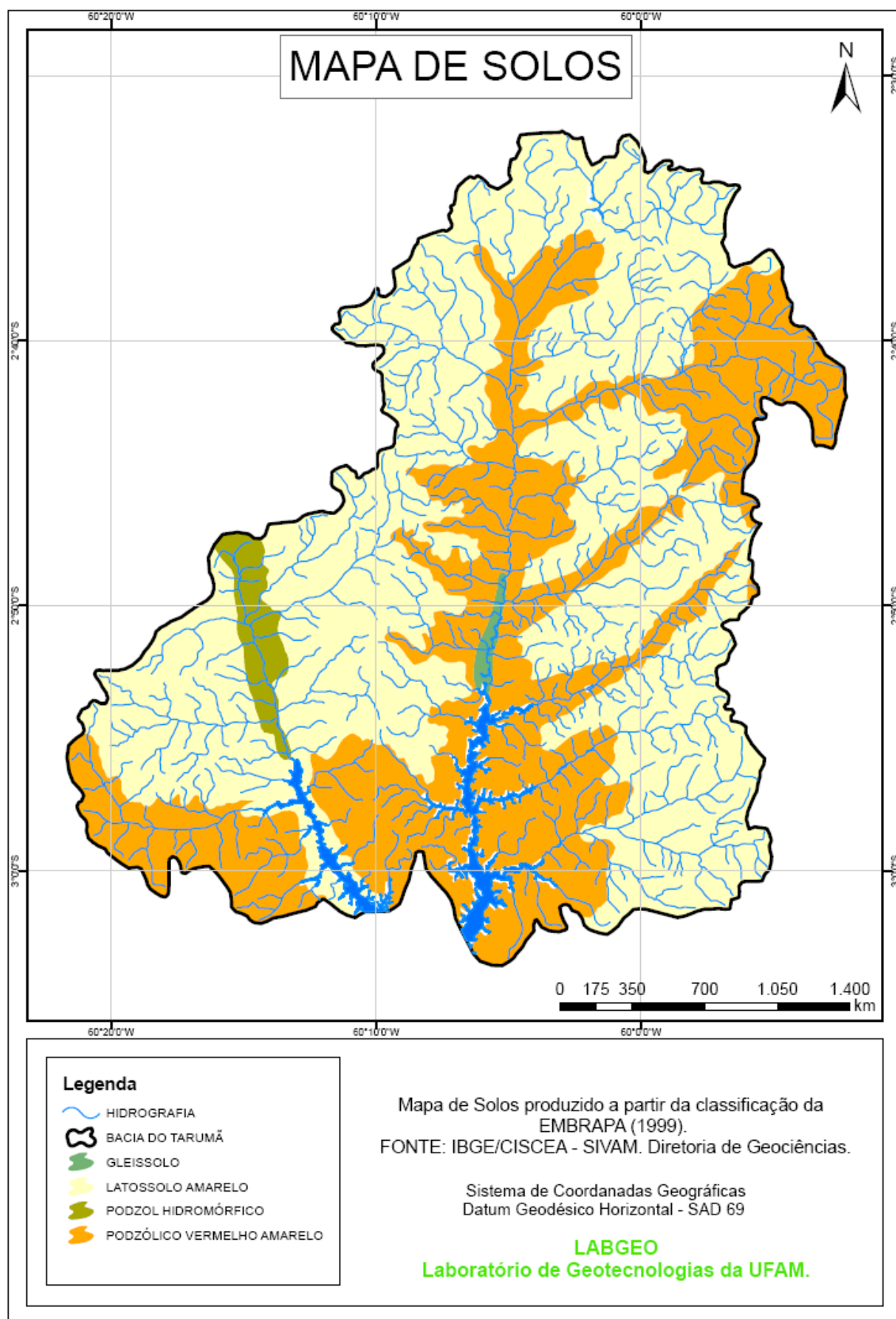


Figura 28: Carta de Solos da área de estudo.

5.1.9 CLIMA

De acordo com Silva (2005), devido a situar-se próximo a linha de Equador na zona de baixas latitudes 2º Norte e 9º Sul, o Amazonas está propício a altas temperaturas, esse condicionamento contribui para uma elevada evaporação que conseqüentemente gera umidade atmosférica e intensa precipitação.

Pela classificação de Köppen (1948) *apud* Aguiar (1995) precursor da climatologia tradicional, constacou-se primeira identificação do clima Amazônico: **Af**: clima tropical chuvoso, tanto a temperatura como a precipitação sofrem um mínimo de variação anual e se mantém em um nível elevado todos os meses do ano, sendo sempre superior a 18°C, as chuvas anuais se aproximam a 2000 mm contínuas por todos os meses.

Ainda segundo Aguiar (1995), neste clima ocorre uma particularidade entre os meses de junho e julho e outros meses próximos com a entrada da massa polar (mp) que atinge os estados de Rondônia, Acre e entra pelo sul do estado do Amazonas ocasionando uma baixa na temperatura denominada localmente como “*friagem*” perceptível na cidade de Manaus provocando perturbações no ecossistema local.

A umidade relativa esta diretamente relacionada ao menor ou maior índice de chuvas apresentando valores médios em torno de 80%. Não existem estações definidas em Manaus assim como em todo estado do Amazonas devido as chuvas serem bem distribuídas ao longo do ano. No entanto, é possível perceber um período de estiagem no inverno do hemisfério sul com diminuição da chuva a partir de junho até outubro, entre estes, os meses de agosto e setembro são os mais secos e pela população local é denominado de verão.

No período que ocorre queda de temperatura e abundância de chuvas, registram-se os meses de novembro a maio como os mais chuvosos. Nesse período é verão no hemisfério sul, porém, é popularmente chamado de inverno em nossa região.

Quanto aos elementos climáticos e suas mudanças na cidade de Manaus, Guimarães (2002) descreveu que as temperaturas médias anuais,

no início do século XX, não ultrapassavam 27,3°C, a máxima ficava em torno de 31,7°C e a mínima em torno de 22,2°C. Constatou-se hoje, mesmo com pequenas variações, as médias anuais registradas ficam entre 25,6°C e 27°C, as quais, segundo o autor demonstraram ser bastante elevadas. A temperatura média das máximas fica em torno de 31,5°C e a média das mínimas com 23°C e a precipitação média em Manaus fica em torno dos 2.000mm, com média de 190 dias de chuva, sendo que março é o mês de maior índice pluviométrico e agosto o de menor.

A seguir são descritos os dados contabilizados por Aguiar (1995) relativos à cidade de Manaus. Temperatura: média 26,7°C, média das máximas 31,5°C e média das mínimas 23,2°C. Umidade Relativa do ar: média de 83% e a precipitação: média anual de 2.291,8mm e dias de chuva, média anual de 190 dias.

5.1.10 USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL PARA O ANO DE 2008

A carta de uso do solo e cobertura vegetal para o ano de 2008 foi gerada para este estudo utilizando imagens do satélite Landsat 5 e algumas cartas temáticas de uso e cobertura disponíveis em formato digital. Na Figura 29 e na Tabela 04 é ilustrado o fato de a bacia hidrográfica, mesmo com a presença de um assentamento rural ocupando 23,31% (42.910,76 ha) de sua área e mais a expansão diária dos bairros urbanos de Manaus apresenta aproximadamente 60,06% (110.549,81 ha) de sua área total coberta por Floresta Ombrófila Densa.

Na área de estudo estão inseridos bairros importantes para a cidade de Manaus, principalmente quando se trata de construção civil, assim, torna-se necessário observar os remanescentes florestais existentes nesta área que se encontram localizados principalmente nos Bairros do Tarumã e da Ponta Negra. Estas áreas são de fundamental importância no meio urbano, porém vêm sofrendo constante pressão pela ocupação humana. Atualmente os Fragmentos Florestais Urbanos correspondem a 2,89% da área total da bacia e ocupam uma área de aproximadamente 5.310,24 ha.

Para analisar as formas de uso do solo na área de estudo foram definidas as classes capoeira e plantios, solo exposto, moradias urbanas e estradas. Estas classes juntas correspondem a 26,71% da bacia hidrográfica e ocupam uma área de 49.156,41 hectares, destes, aproximadamente 13.040,65 hectares correspondem a classe solo exposto onde estão inseridas áreas sem qualquer cobertura vegetal.

Estas áreas tem uma vulnerabilidade ambiental muito alta, a falta de cobertura vegetal somada a alta incidência pluviométrica da região ocasionam significativos danos ambientais como erosão e assoreamento de igarapés. Em se tratando das áreas de produção rural da bacia hidrográfica observou-se que 16,56% corresponderam a classes de capoeira e plantios. Esta classe representou todas as áreas utilizadas para agricultura e pecuária e mais aquelas em repouso que apresentaram capoeira em estágio inicial de sucessão. Quando se trata da área urbana existente na área de estudo, observou-se que 5.257,31 hectares apresentaram moradias urbanas e infraestrutura pública, desta 397,78 hectares correspondem a classe estradas de rodagem de asfalto ou de barro.

Tabela 04: Classes de Uso e Cobertura do Solo existentes na área de estudo.

CLASSES DE USO	ÁREA (ha)	%
Floresta Ombrófila Densa	110.549,81	60,06
Capoeira e Plantios	30.462,07	16,56
Vegetação Secundária sem Palmeiras	14.232,00	7,73
Solo Exposto	13.039,25	7,09
Fragmentos Florestais Urbanos	5.310,24	2,89
Moradias Urbanas	5.257,31	2,86
Hidrografia	4.735,24	2,57
Estradas	397,78	0,21
Campinarana Floresta sem Palmeiras	62,38	0,03
Total	184.046,08	100,00

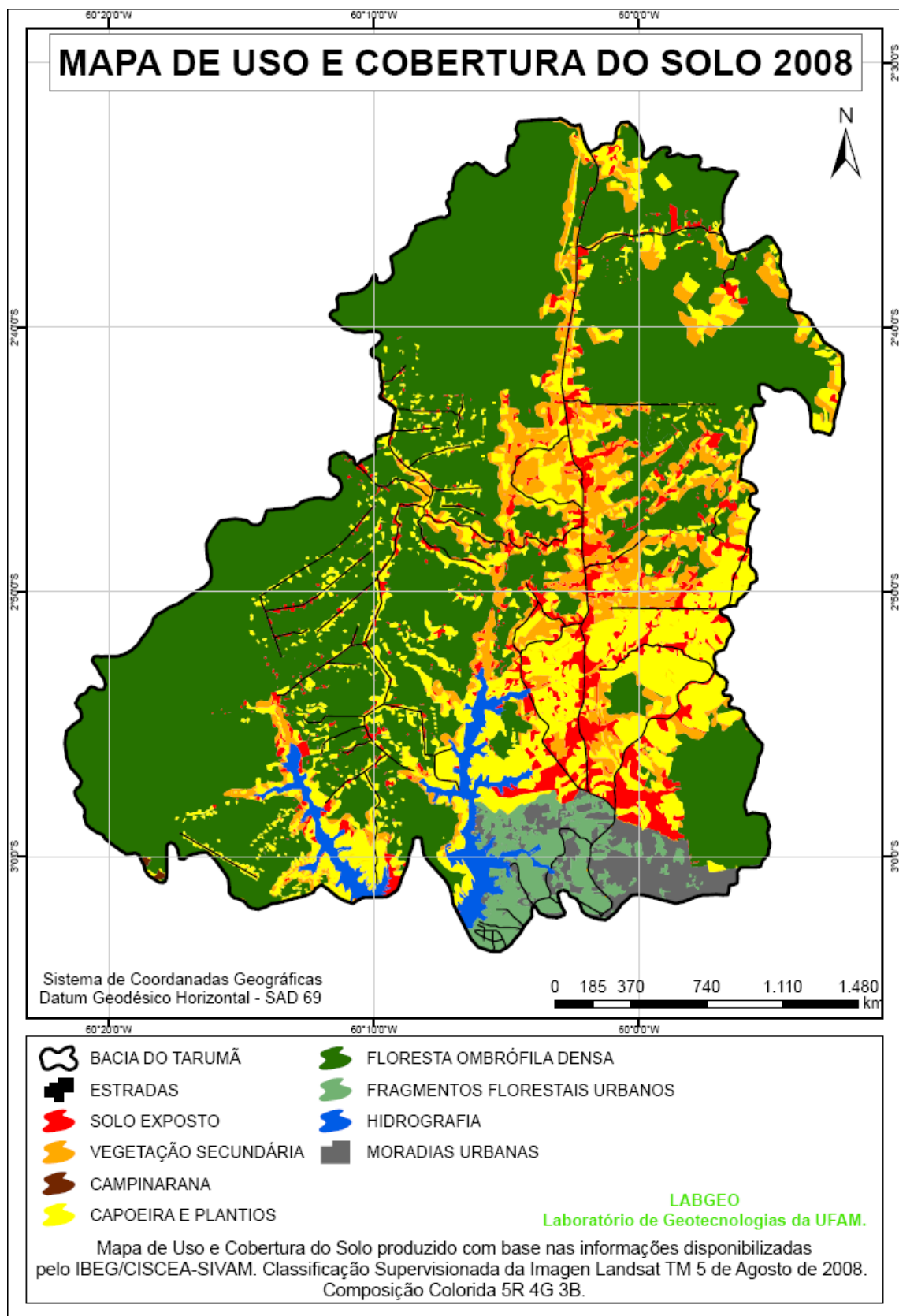


Figura 29: Carta de Uso e Cobertura do Solo para o ano de 2008.

5.1.11 DECLIVIDADE

Partindo do princípio de que quanto maior a declividade maior é a suscetibilidade à erosão e pior é a aptidão das áreas para serem utilizadas para atividades relacionadas com agricultura, pecuária ou até mesmo florestal é possível observar que 27,46% (50.546,20 ha) são totalmente inaptos para qualquer tipo de uso que envolva remoção da cobertura vegetal, uma vez que a declividade existente é superior a 45°. Na carta de declividade mostrada o quanto esta área apresenta terrenos ondulados (Figura 35).

Na figura 30 é apresentada as classes definidas neste trabalho para ilustrar os níveis de declividade existentes na área de estudo. Verificou-se que a classe predominante foi com declividades entre 30° e 45° que representou 30,24%, aproximadamente 55.657,53 hectares da Bacia Hidrográfica do Tarumã. Nestas áreas a declividade do terreno proporciona maior velocidade do fluxo da água transportando partículas que vão sendo depositadas na parte mais baixa da rampa, a enxurrada passa pelo mesmo caminho originando pequenos sulcos no solo que devido à intensidade tornam-se profundos formando as ravinas e depois as voçorocas resultando principalmente em assoreamento de rios e igarapés conforme é ilustrado nas figuras 31, 32, 33 e 34.

A classe que representou um terreno relativamente plano com declividades inferiores a 15° correspondeu somente a 15,16% da área de estudo, ficando evidente que as áreas planas presentes na área de estudo são mínimas quando comparadas as áreas com declividade acentuada.

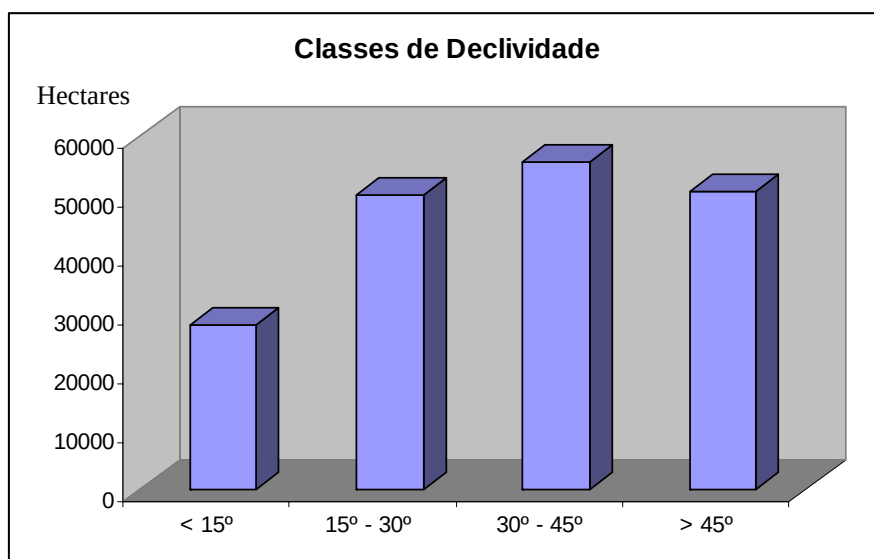


Figura 30: Classes de declividade existentes na área de estudo.



Figura 31 e 32: Desmatamento de Área de Preservação Permanente, um dos danos mais comuns causados ao meio ambiente na área de estudo.



Figuras 33 e 34: Impactos causados pela remoção da cobertura vegetal em Áreas de Preservação Permanente.

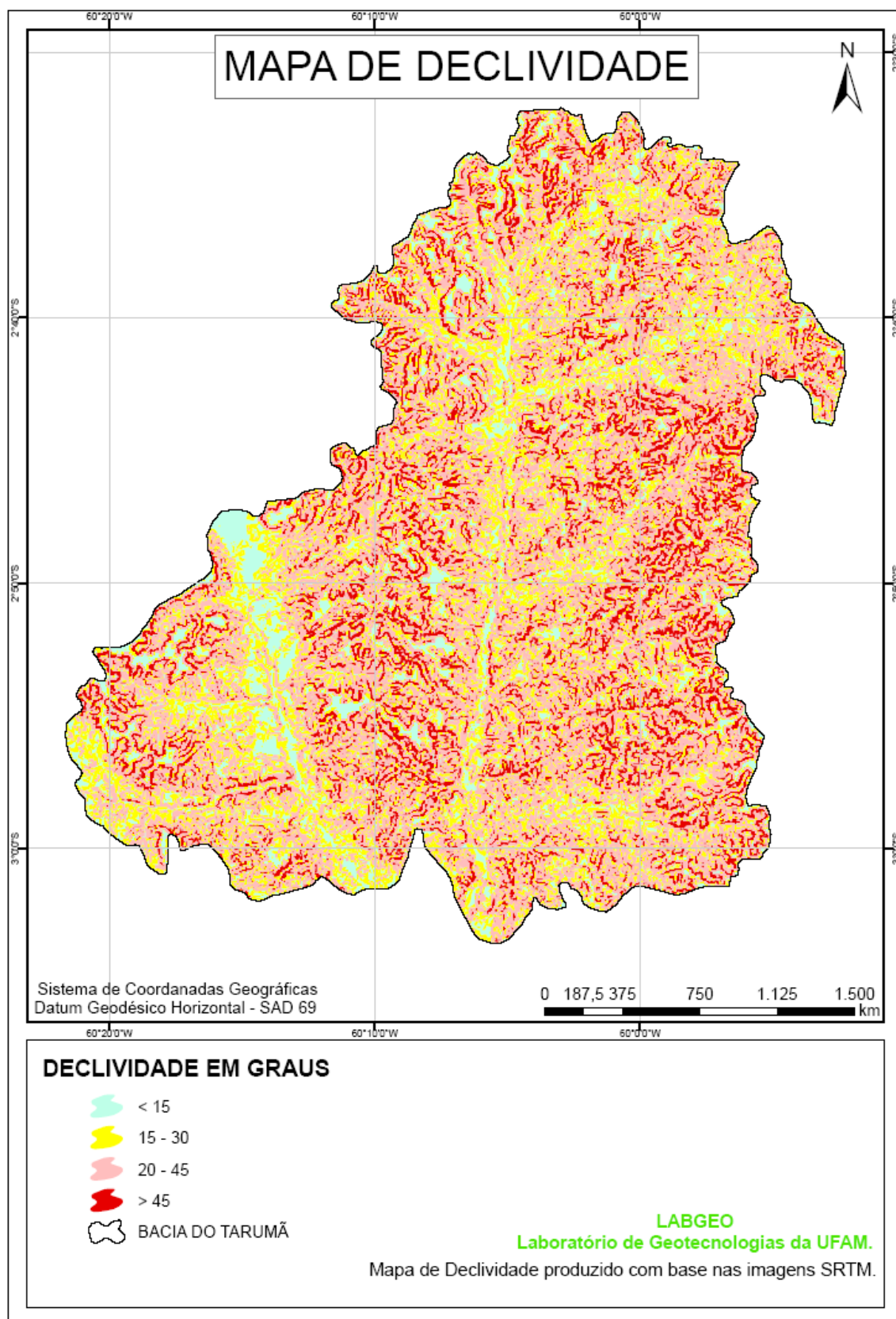


Figura 35: Carta de declividade da área de estudo.

5.2 ESTUDO TEMPORAL DE USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL ENTRE OS ANOS DE 1988 E 2008 NA BACIA HIDROGRÁFICA DO TARUMÃ, MANAUS – AM.

5.2.1 USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL NA BACIA DO TARUMÃ

A partir da interpretação e classificação das imagens de satélite e validação dos resultados em campo foi possível identificar os principais tipos de uso do solo e cobertura vegetal os quais são listados a seguir: Estradas, Solo Exposto, Vegetação Secundária, Campinarana, Capoeira e Plantios, Floresta Ombrófila Densa, Fragmentos Florestais Urbanos, Moradias Urbanas e Rede Hidrográfica.

Assim como nos resultados obtidos por Pinto (2005), dentre as classes de uso e cobertura do solo, a que prevaleceu com maior percentual é a Floresta Ombrófila Densa.

A intensidade de ocupação da área de estudo, está diretamente relacionada com as vias de circulação hidrográfica e rodoviária existentes. A Bacia Hidrográfica do Tarumã é cortada por duas importantes rodovias, uma Federal, a BR 174 e outra Estadual a AM 010. São identificados ramais principais não pavimentados e inúmeros ramais secundários principalmente na área do Assentamento do Tarumã Mirim e na Área do Distrito Agropecuário da Suframa - DAS. Além do sistema viário, a política fundiária, adotada pelo Instituto de Colonização e Reforma Agrária – INCRA e a expansão urbana da cidade contribuem para a aceleração da ocupação.

O desenvolvimento dos projetos ao longo dos ramais, estradas e hidrovias estimula a substituição da cobertura florestal original, dando origem a diversos outros tipos de uso assim descritos e identificados no campo: capoeira, cultivos diversos, solo exposto, vias de acesso, linhas de transmissão, pastagens degradadas, área urbana, entre outros.

Na área de estudo é notável a grande quantidade de projetos abandonados. Em consulta aos moradores da região e depois de estudar alguns documentos referentes à área de estudo foi possível identificar que um dos critérios para ter acesso a terra e assim realizar as atividades de

interesse era a remoção da cobertura vegetal de até 20% da área total do imóvel. Este procedimento é comum até nos dias atuais, onde o interessado para ter acesso a terra deve apresentar sobre ela “benfeitorias”, as quais iniciam pela retirada da floresta muitas vezes sem qualquer tipo de regularização. Posterior a isso, a falta de assistência técnica rural assim como dificuldade de escoar a produção nos períodos de chuva fazem com que os interessados na atividade acabem por desistir, não se responsabilizando pela recuperação da cobertura florestal original.

Em decorrência do abandono da atividade, é comum observar áreas de pastagem degradadas e dependendo do tempo de repouso da área, a presença de capoeira em vários estágios de sucessão.

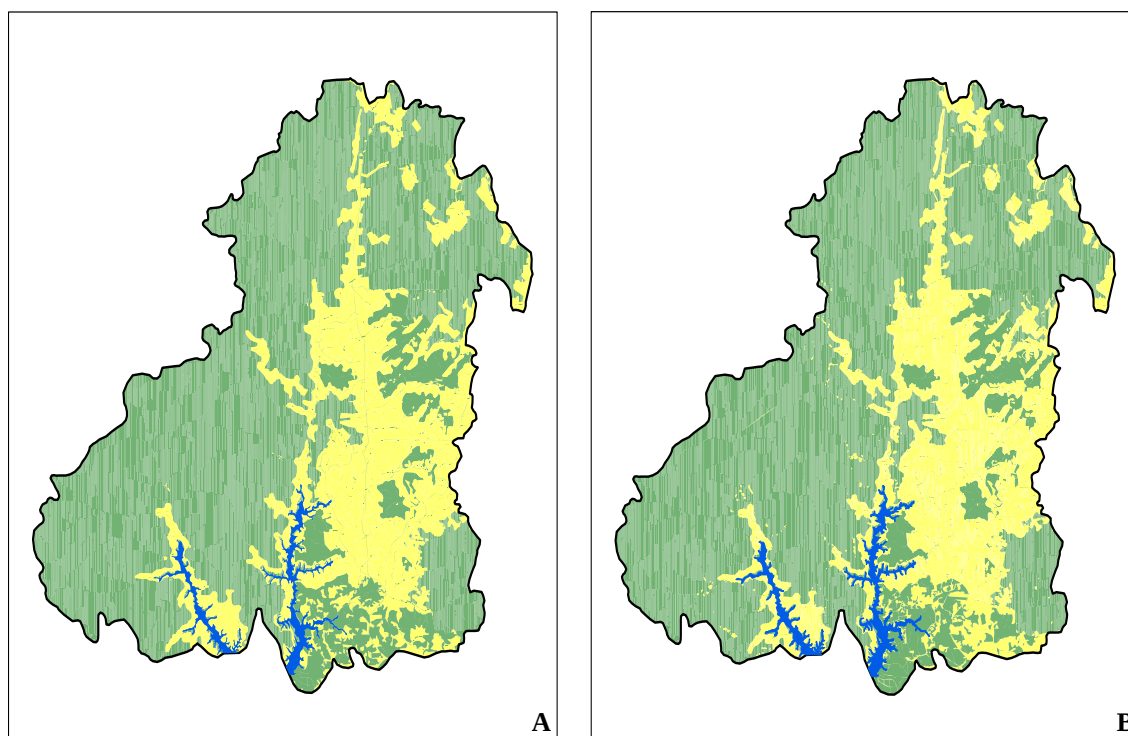
Este é um fato que vem se tornando cada vez mais presente com o passar dos anos, em 1988, as áreas cobertas por vegetação original, compostas principalmente por florestas (dentre as classes de cobertura do solo estão: Floresta Ombrófila Densa, Fragmentos Florestais e Campinarana), ocupavam 69,79% do total da área, correspondendo a 128.457,38ha. Em 1998, estas áreas pouco diminuíram, permanecendo com 127.240,50 ha o que corresponde a 69,13%, e em 2008 esta área foi reduzida para 62,98% da área total, passando a ocupar 115.922,16 ha. Com isso, houve um decréscimo de 12.535,22 ha nos 20 anos considerados, correspondendo a uma perda no período de cerca de 6,81% da cobertura vegetal natural. Em termos proporcionais, ao avaliar a área de um campo oficial de futebol, que segundo o INMETRO tem 120 x 90 metros é possível afirmar que a área de estudo, ao longo de 20 anos, teve desmatados cerca de 11.607 campos de futebol.

Estudos como o de Pinto (2005), já alertavam para uma redução anual das áreas com vegetação primária, segundo o autor, em 10 anos a taxa de desmatamento era de 3% a cada cinco anos.

De forma inversa, as áreas que tiveram a remoção da cobertura vegetal, com a finalidade principal de implantar projetos de infra-estrutura, agrícolas e de pecuária e em alguns casos seguidos do abandono, (dentre as classes de uso e cobertura do solo estão: Solo Exposto, Capoeira, Moradias

Urbanas, Fragmentos Florestais Urbanos e Vegetação Secundária) que ocupavam 50.853,46 ha em 1988, ou 27,63%, aumentaram e passaram a ocupar 34,44% do total da área em 2008, ou 63.388,68 ha. Assim como nos resultados obtidos por Pinto (2005) as áreas desflorestadas e com cobertura vegetal secundária aumentaram consideravelmente durante os últimos anos.

Nas ilustrações 36, 37 e 38 são apresentadas as mudanças temporais ocorridas na área no período de 1988 a 2008, com uma diminuição significativa das áreas naturais (de coloração verde) e um aumento considerável das áreas que tiveram removida sua cobertura vegetal original (coloração amarela).



Figuras 36 e 37: O desflorestamento (em amarelo) e as áreas de floresta em verde, onde: **A:** corresponde ao ano de 1988 e **B:** corresponde ao de 1998.

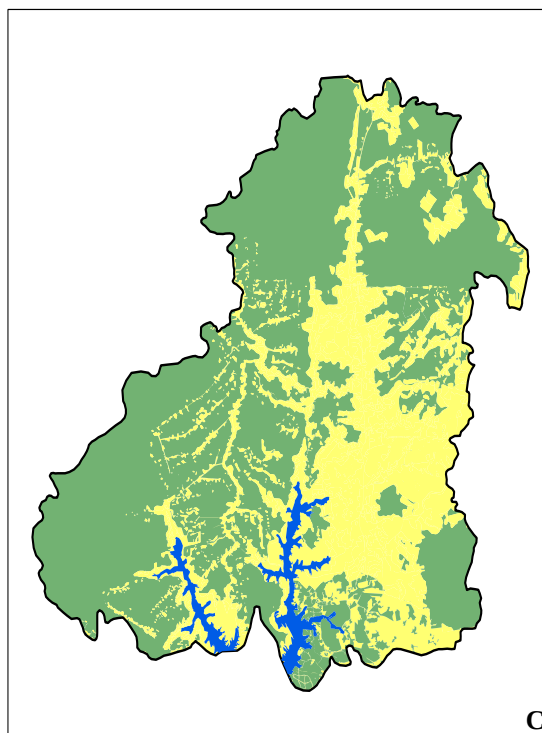


Figura 38: O desflorestamento (em amarelo) e as áreas de floresta em verde para o ano de 2008.

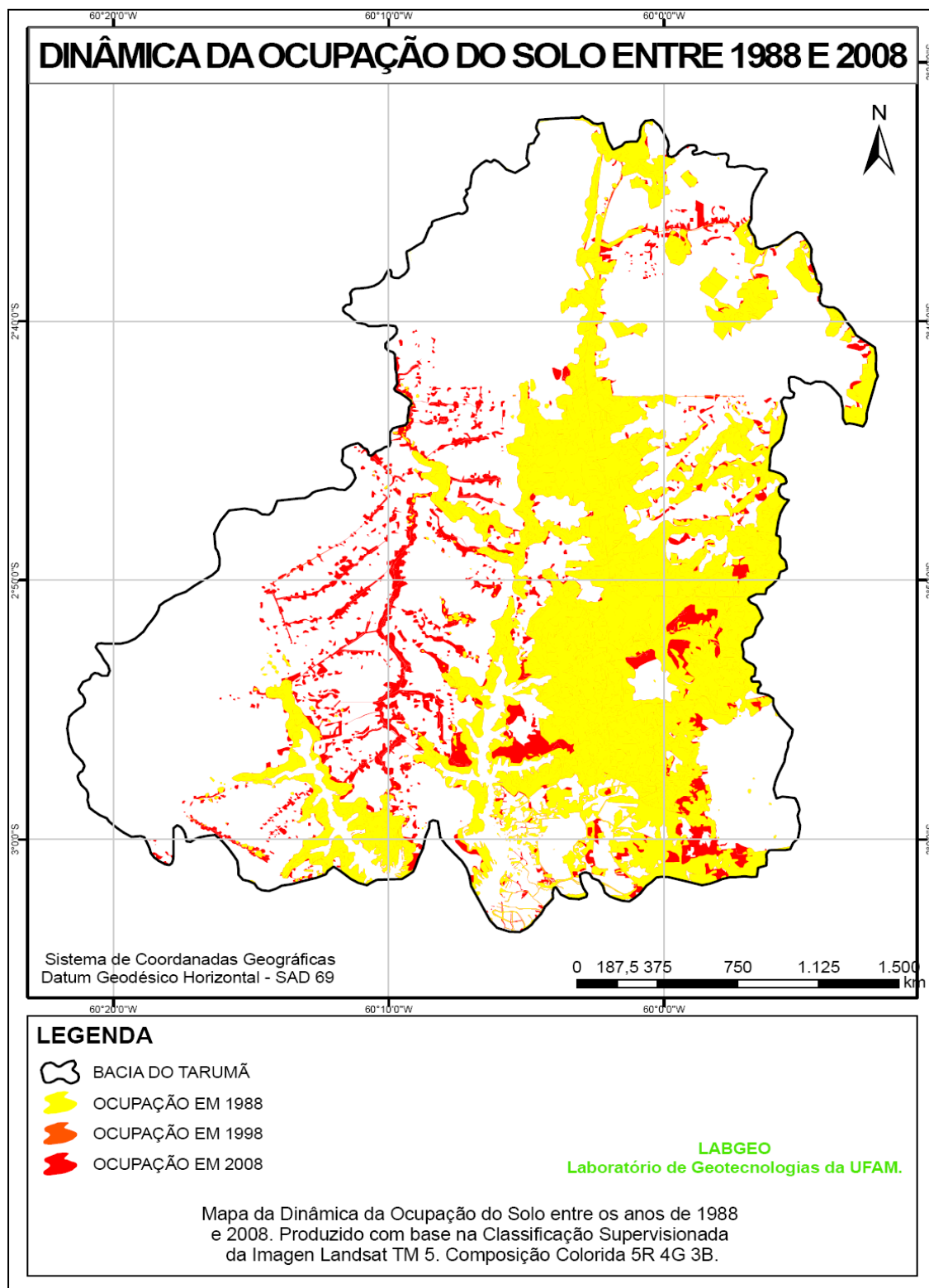
Na tabela abaixo estão contidos os valores de área em hectares de cada uma das classes de uso e ocupação do solo para o período entre 1988 e 2008.

Tabela 05: Classes de uso e ocupação do solo para os anos de 1988, 1998 e 2008.

CLASSES	1988		1998		2008	
	hectares	%	hectares	%	hectares	%
FOD	121.466,33	66,00	120.577,74	65,56	110.549,81	60,06
VEG-SEC	24.502,60	13,31	20.041,76	10,89	14.232,00	7,73
SOL-EXP	11.875,12	6,45	8.065,73	4,38	13.039,25	7,09
CAP-PLAN	10.209,33	5,55	19.521,67	10,61	30.462,07	16,56
FRA-FLO	6.928,94	3,76	6.600,65	3,54	5.310,24	2,89
HIDRO	4.735,24	2,57	4.735,24	2,57	4.735,24	2,57
MORADIAS	4.027,67	2,19	4.199,93	2,28	5.257,31	2,86
ESTRADA	238,74	0,13	241,25	0,13	398,05	0,21
CAMPINAR	62,11	0,03	62,11	0,03	62,11	0,03
Total	184.046,08	100,00	184.046,08	100,00	184.046,08	100,00

LEGENDA: **FOD:** Floresta Ombrófila Densa; **VEG-SEC:** Vegetação Secundária; **SOL-EXP:** Solo Exposto; **CAP-PLAN:** Capoeira e Plantios; **FRA-FLO:** Fragmentos Florestais Urbanos; **HIDRO:** Hidrografia; **MORADIAS:** Residências no Perímetro Urbano; **ESTRADA:** Todo e qualquer tipo de estrada; **CAMPINAR:** Campinarana.

Na figura 39 é ilustrada a dinâmica de ocupação da área de estudo para um período temporal de 20 anos, ou seja, entre 1988 e 2008. Observa-se que na área do Tarumã a atividade de ocupação é intensa nos dias atuais.



Figuras 39: Dinâmica da ocupação do solo entre os anos de 1988 e 2008 na bacia hidrográfica do Tarumã.

Nas figuras 40, 41, 42 e 43 são ilustradas diferentes propriedades desmatadas na área de estudo, observou-se, por exemplo, que é comum realizar o desmatamento em áreas localizadas próximas a cursos de água cuja topografia apresentada é a de declive acentuado. Este procedimento, segundo agricultores entrevistados na área de estudo reduz a distância entre a cultura e a fonte de água, porém trás também como consequência a erosão e assoreamento dos rios, lagos e igarapés.



Figuras 40 e 41: Áreas desflorestadas em terrenos com declive acentuado.

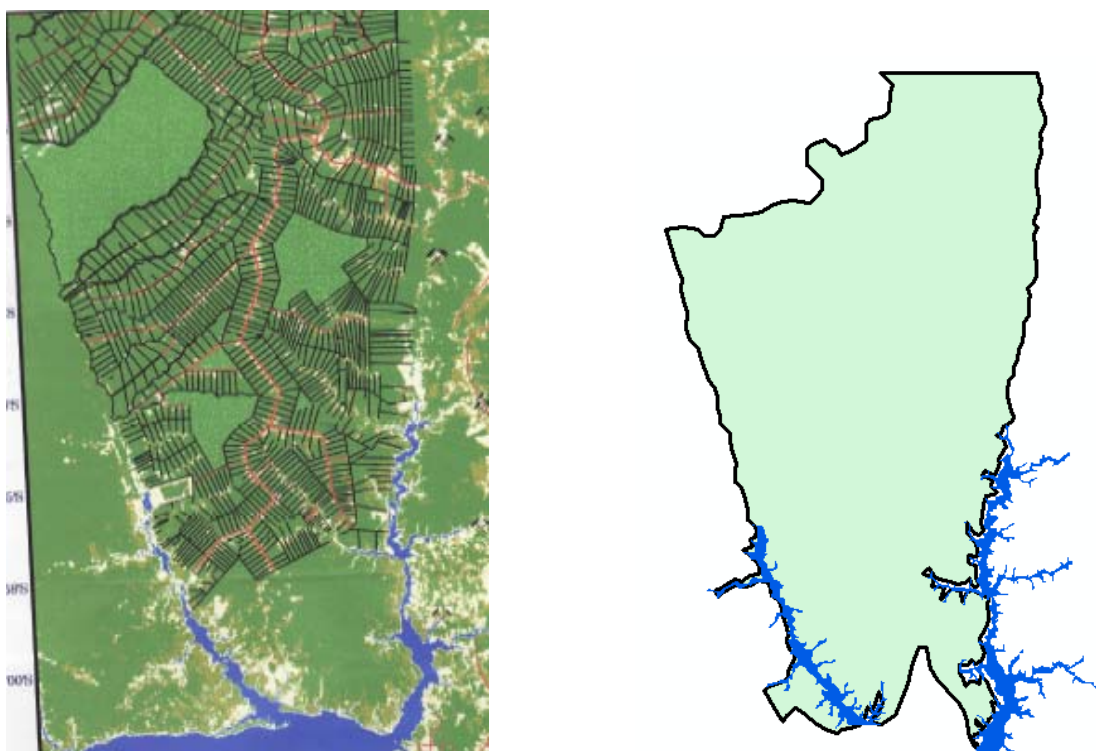


Figuras 42 e 43: Áreas desflorestadas para cultivo de mandioca.

5.2.2 ASSENTAMENTO DO TARUMÃ MIRIM

No que diz respeito ao ordenamento da ocupação por parte do INCRA, foi criado em 10 de Agosto de 1992, por meio da Resolução N^o 184/92, o Assentamento Tarumã Mirim que ocupa aproximadamente 23%, exatos 42.910,76 hectares da Bacia Hidrográfica do Tarumã. Segundo INCRA-AM, (1999) seu perímetro é de 110,63 km abrangendo 1.042 lotes com tamanho médio de 25 ha destinados à agricultura familiar e 7.088,62 ha de reservas florestais coletivas.

Em 02 de abril de 1995, por meio do Decreto Estadual 16.498, foi criada a Área de Proteção Ambiental do Rio Negro – Setor Sul, cuja finalidade, segundo decreto de criação “destina-se a proteger e conservar a qualidade ambiental e os sistemas naturais ali existentes, visando à melhoria da qualidade de vida da população local e também objetivando a proteção dos ecossistemas regionais”. Esta área de proteção ambiental, possui 56.793,00 hectares, sendo que 45.503,36 hectares estão localizados dentro da Bacia Hidrográfica do Tarumã o que representa 24% da área total da bacia. Informação importante é que a Unidade de Conservação abrange o Assentamento do INCRA quase que em sua totalidade, por isso possuem praticamente o mesmo perímetro e área. Esta informação pode ser confirmada ao visualizar as figuras 44 e 45.



Figuras 44 e 45: À esquerda, assentamento do Tarumã Mirim e a direita APA do Tarumã.

Observou-se, portanto a existência de uma área cujos objetivos de uso são conflitantes, de um lado o INCRA criou, em 1992 o assentamento do Tarumã Mirim com o objetivo de alocar agricultores e incentivar a produção agrícola e pecuária. Porém, para implantação destas atividades foi necessário que se remova a cobertura vegetal para então inserir as culturas anuais ou perenes. De forma contrastante, em 1995 por meio de um Decreto, o Estado do Amazonas criou a APA do Tarumã, cujos limites são praticamente os mesmos do Assentamento, porém sua finalidade é a conservação dos recursos naturais.

O que se poderia esperar nesta área seria um avanço significativo do desmatamento, porém a análise temporal no período entre 1998 e 2008 permitiu evidenciar que 69,49% da área se mantém com a cobertura vegetal original, ou seja, Floresta Ombrófila Densa e 2.498,03 hectares, ou seja, 5,49% da área encontra-se com solo exposto sem qualquer tipo de cobertura vegetal.

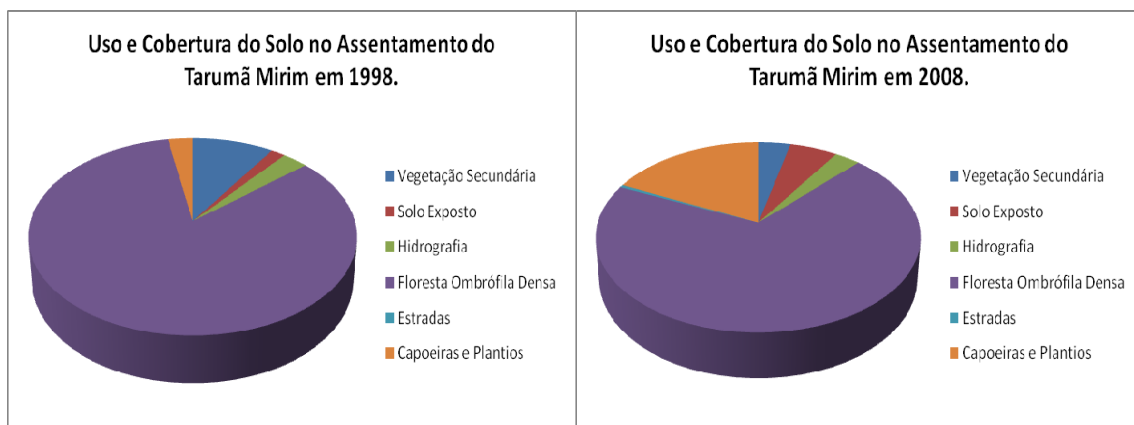
Observou-se, porém, que no período de 10 anos, a cobertura vegetal original, ou seja, Floresta Ombrófila Densa existente em 1998, seis anos após a criação do Assentamento e três anos após a criação da APA, correspondia a 37.893,24 hectares (83,28%) e em 2008 diminuiu para 31.619,53 hectares o que corresponde a uma perda de 6.273,71 hectares, ou seja, 13,79% da Floresta original deixou de existir. Esta análise permitiu estimar que a área do assentamento do Tarumã Mirim perde em média aproximadamente 1,37% de sua cobertura florestal original por ano.

A tabela abaixo contém informações sobre os quantitativos de área e percentuais correspondentes a cada classe de ocupação do solo.

Tabela 06: Classes de uso e ocupação do solo para os anos de 1998 e 2008 no Assentamento do Tarumã Mirim.

CLASSE	1998 (ha)	%	2008 (ha)	%
Vegetação Secundária	4.239,54	9,32	1.697,98	3,73
Solo Exposto	739,58	1,63	2.498,03	5,49
Hidrografia	1.345,65	2,96	1.345,65	2,96
Floresta Ombrófila Densa	37.893,24	83,28	31.619,53	69,49
Estradas	0	0,00	205,3	0,45
Capoeiras e Plantios	1.285,35	2,82	8.136,87	17,88
TOTAL	45.503,36	100,00	45.503,36	100,00

Nos gráficos abaixo são ilustradas as formas de uso e ocupação do solo para os anos de 1998 e 2008. Observa-se claramente que a classe com maior representatividade é a Floresta Ombrófila Densa.



Figuras 46 e 47: Uso e cobertura do solo para os anos de 1998 e 2008 respectivamente.

5.3 PROPOSTA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A BACIA HIDROGRAFIA DO TARUMÃ, MANAUS - AM.

5.3.1 CARTAS BÁSICAS

Para este trabalho foram estruturadas, conforme a ilustração das figuras 48, 49, 50, 51, 52, 53 e 54 as seguintes cartas básicas: DEC (representa Declividade Contínua), HIDRO (Hidrografia), RVI (Rede Viária), VUS (Vegetação e Uso/Cobertura atual da Terra), SOLOS (Tipos de Solos, com base em sua maturidade), APP (Áreas de Preservação Permanente) e finalmente UC (Unidades de Conservação). Observando o mapa de declividade contínua é possível notar o quanto a área de estudo possui terrenos ondulados. A área total da bacia hidrográfica destinada para preservação permanente é de aproximadamente 64.054,25 hectares, o que significa que em torno de 34,80% desta área deveria ser destinada única e exclusivamente para preservação.

No mapa de hidrografia pode se verificar que a bacia hidrográfica do Tarumã apresenta uma boa drenagem e existem várias sub-bacias, dentre elas são destacadas a do Igarapé da Bolívia, do Mariano, do Leão, do Santo Agostinho, do Tarumãzinho, do Guaraná, da Preguiça, do Igarapé Acácia, do Branco e do Macaco Chumbado.

Com relação à rede viária na bacia, observou-se que esta é cortada por duas estradas pavimentadas, uma de domínio da União, a BR 174 no sentido Sul – Norte da bacia e outra, a AM 010 de domínio do estado. Além destas existem aproximadamente 74 km de ramais, que mesmo em estado precário de conservação são utilizadas para deslocamento e escoamento da produção.

O mapa de vegetação e uso/cobertura da terra de 2008 foi gerado para este estudo a partir de imagens do satélite Landsat 5 e alguns mapas temáticos de uso e cobertura disponíveis em formato digital. Ao observar a Figura 51 fica evidenciado que a cobertura vegetal predominante na Bacia do Tarumã é Floresta Ombrófila Densa correspondendo a 110.549,81 hectares (60,06%). A classe capoeira e plantios representa 16,56% (30.462,07 ha), a

classe vegetação secundária sem palmeiras representa 7,73% (14.232,00 ha), já a classe de solo exposto corresponde a 7,09% (13.039,25 ha), as classes fragmentos florestais urbanos e moradias urbanas concentram respectivamente 2,89% (5.310,24 ha) e 2,86% (5.257,31 ha), as classes hidrografia e estradas correspondem respectivamente a 2,57% (4.735,24 ha) e 0,21% (397,78 ha) e finalmente a classe Campinarana existe em a 0,03% (62,38 ha).

Com relação aos solos da área de estudo, se observou seu nível de desenvolvimento e sua maturidade, variáveis que exercem influencia direta tanto em sua vulnerabilidade natural à perda de solos quanto na potencialidade de usos. Assim, os solos mais maduros e desenvolvidos são mais estáveis, conseqüentemente menos vulneráveis, porém, contém baixa fertilidade natural. Enquadra-se nesta classe de solos, o Latossolo Amarelo que é encontrado em 58,7% (108.069,61 ha) da área total da bacia. Em seguida apareceu o Podzólico Vermelho Amarelo com 36,7% da área ou seja, 67.653,77 hectares. Já os tipos Gleissolo e Podzol Hidromórfico representam juntos aproximadamente 2,4% o que corresponde respectivamente a 3.599,14 e 804,21 hectares.

Em se tratando de áreas protegidas na forma de Unidades de Conservação, observou-se que oficialmente 97.519,85 hectares da Bacia Hidrográfica do Tarumã estão sob alguma forma de proteção legal.

5.3.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

A aplicação desta metodologia permitiu analisar a vulnerabilidade natural da área a perda de solos além de obter seu potencial de uso para os objetivos: florestal, agropecuário, recreação e turismo e recuperação ambiental. Propor, com base nas informações geradas um zoneamento para uso adequado da área e determinar os conflitos entre o uso e cobertura atual da terra com as potencialidades dos cinco objetivos considerados, permitindo assim, uma avaliação referente ao uso da área.

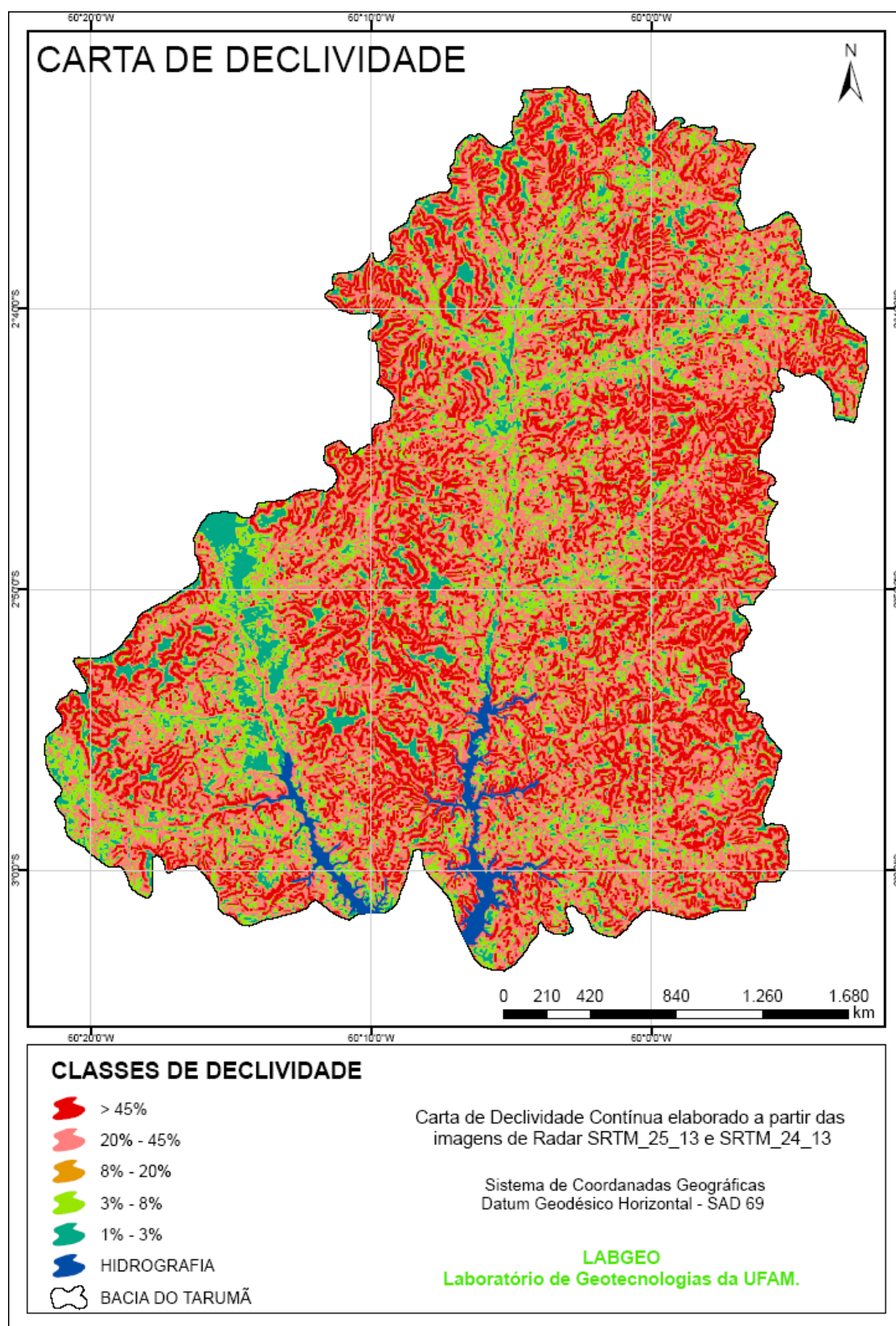


Figura 48: Carta básica de declividade contínua (DEC) da Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

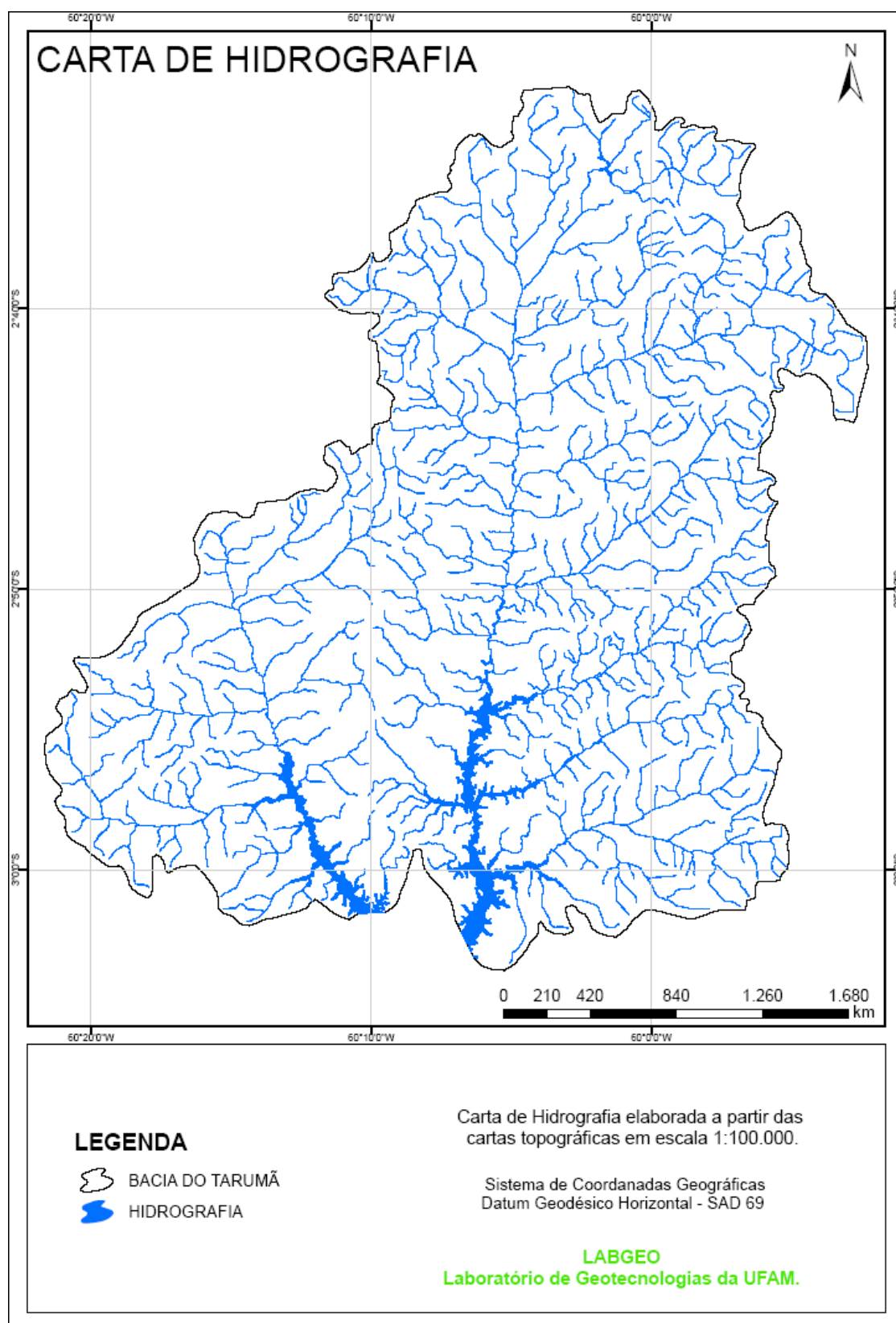


Figura 49: Carta básica de Hidrografia (HIDRO) da Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

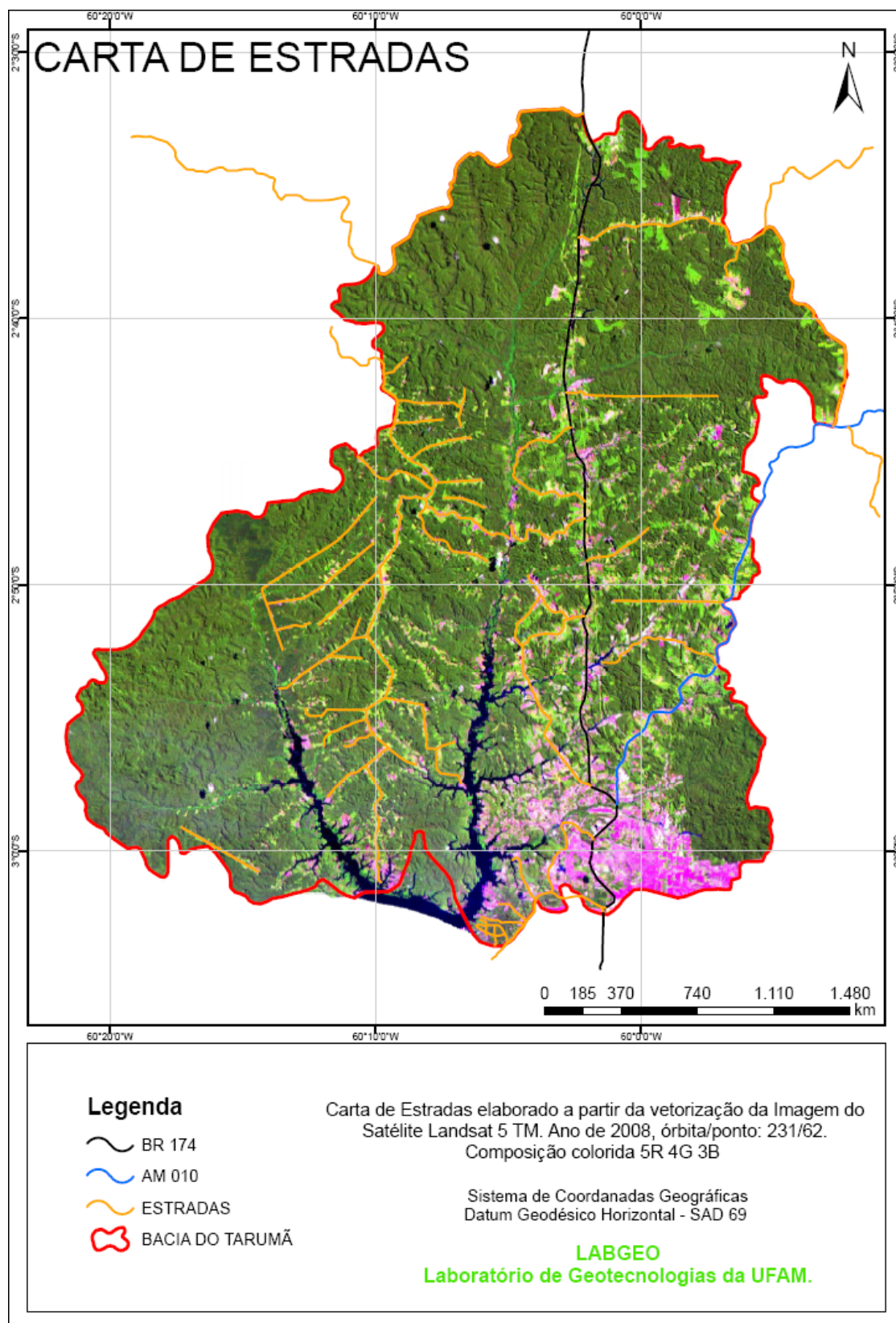


Figura 50: Carta básica da Rede Viária (RVI) da Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

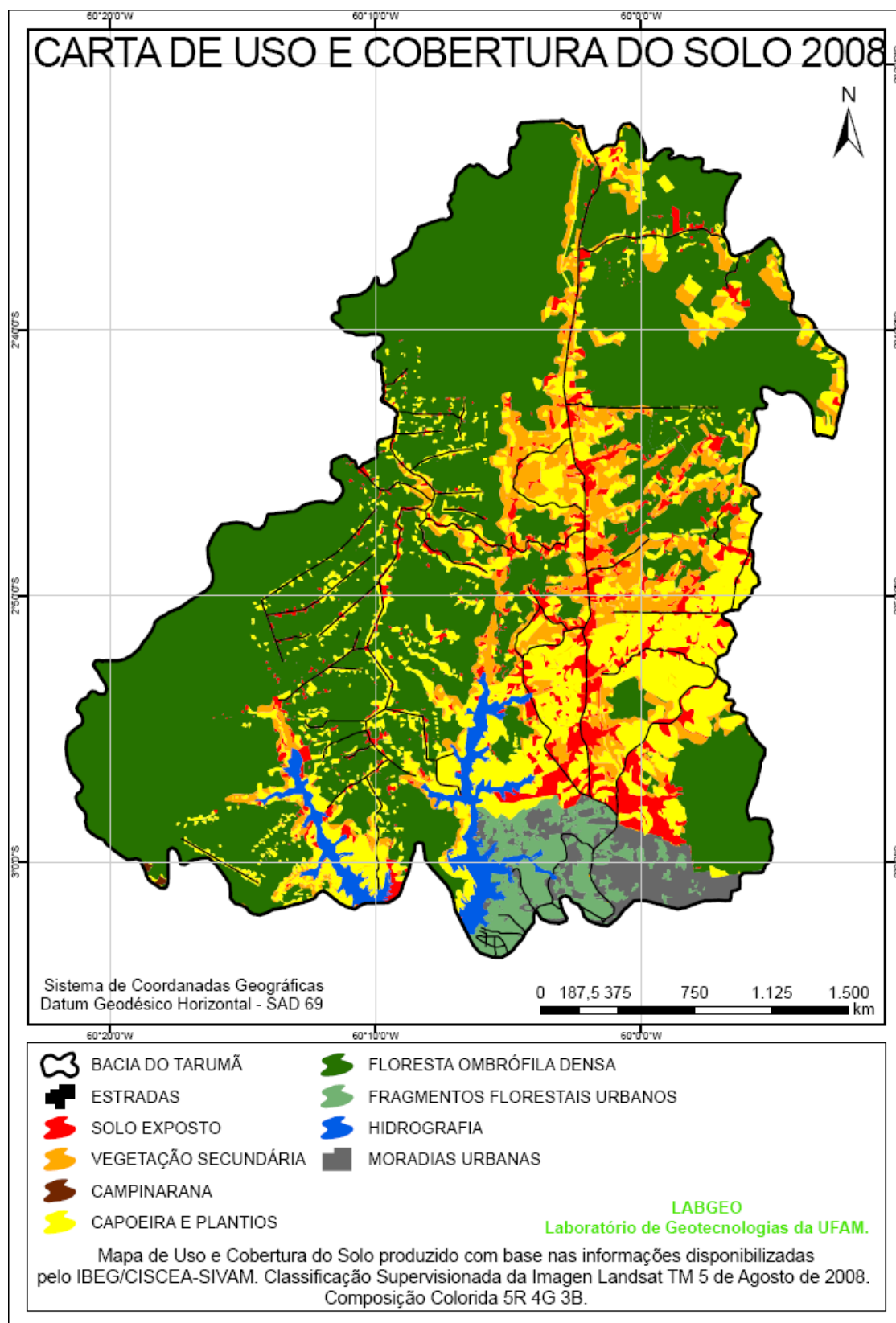


Figura 51: Carta básica de Vegetação / Uso e Cobertura da Terra (VUS) da Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

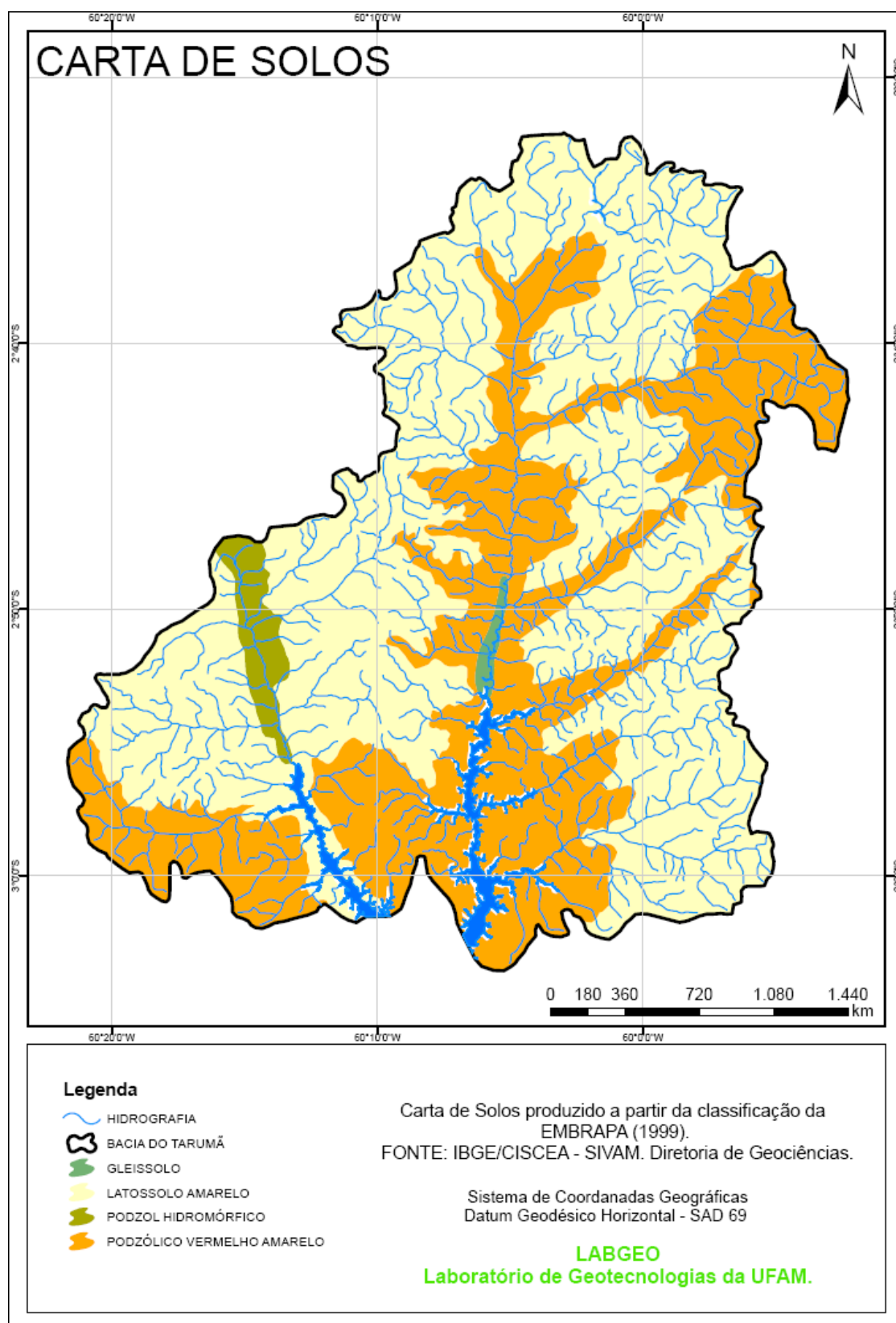


Figura 52: Carta básica de Solos (SOLOS) da Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

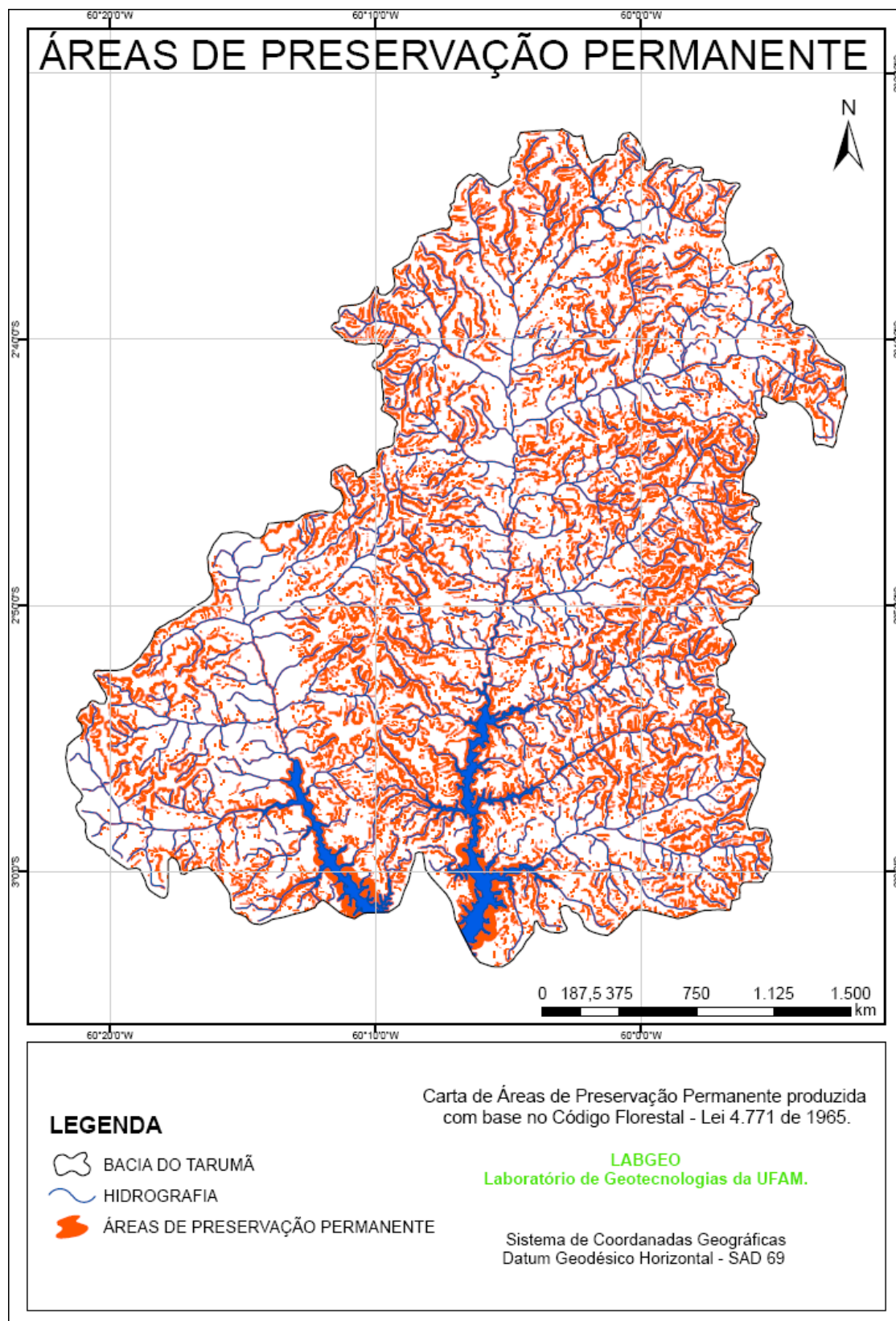


Figura 53: Carta básica de Áreas de Preservação Permanente (APP) da Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

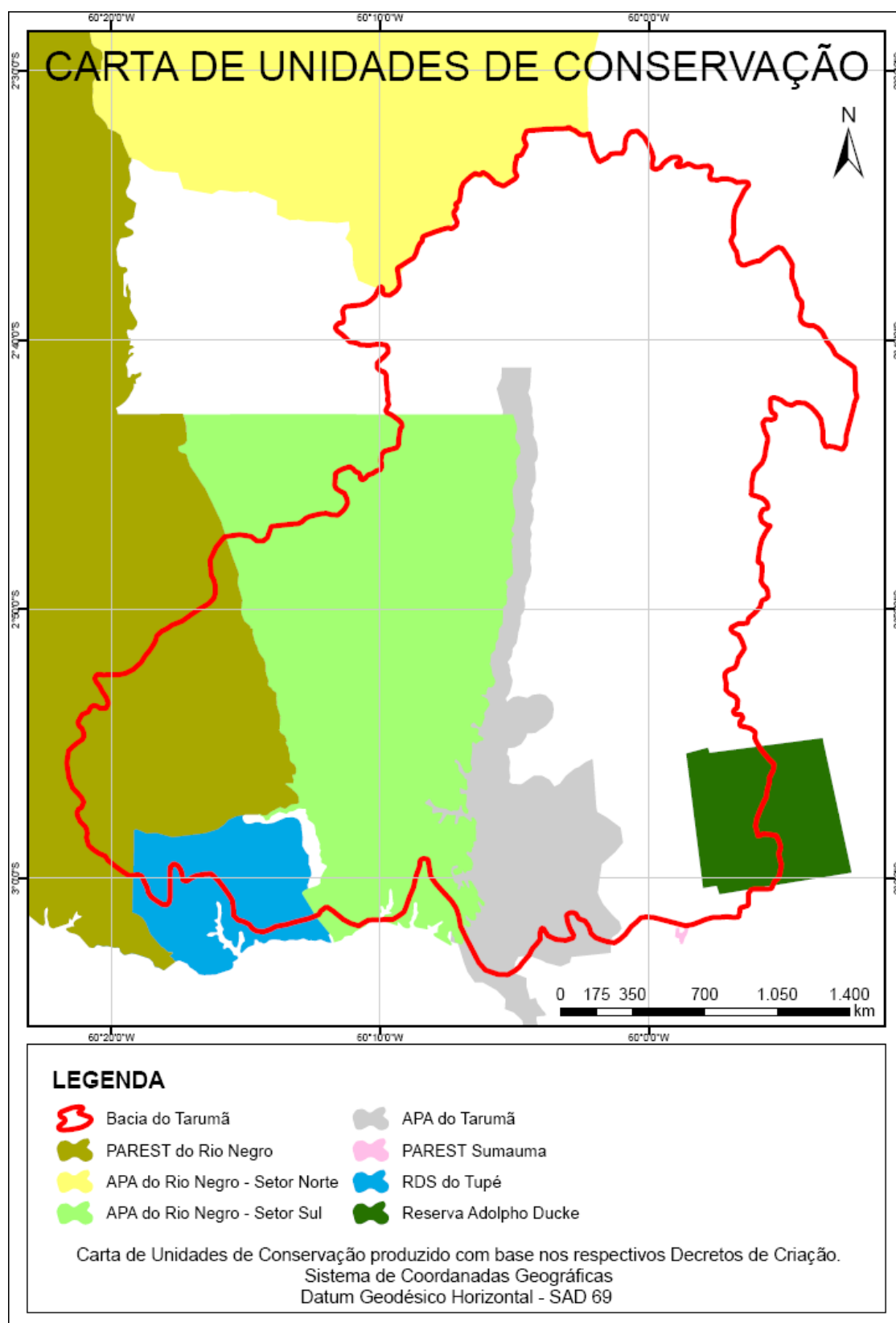


Figura 54: Carta básica de Unidades de Conservação (UC) da Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

5.3.3 AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL E DAS POTENCIALIDADES DE USO DA ÁREA

A análise da vulnerabilidade natural e das potencialidades de uso florestal, agropecuário, recuperação ambiental e finalmente de recreação e turismo foi realizada individualmente, considerando os diversos critérios padronizados definidos para este fim. Neste estudo, o centro consumidor considerado foi a área urbana localizada dentro da área de estudo compreendida pelas zonas norte e oeste de Manaus, onde concentra-se uma população urbana aproximada de 496.158 habitantes.

5.3.3.1 AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL A PERDA DE SOLOS

Para a determinação da vulnerabilidade da área de estudo com relação à perda natural de solos foram utilizados os seguintes critérios padronizados: Solos (PSOLOS), Declividade Contínua (PDECL), Vegetação/uso do solo (PVUS) e Distância da área até a água (PDAG-1).

Em se tratando da vulnerabilidade natural de uma determinada área, na maioria dos casos a remoção da cobertura vegetal, seguida do manejo inadequado do solo são os principais contribuintes para instalação de processos erosivos causados pela ação da chuva sobre o solo. A situação se agrava considerando que a incidência pluviométrica na região Amazônica é extremamente alta durante boa parte do ano, o que ocasiona significativos danos ambientais como erosão seguida do assoreamento de igarapés.

De acordo com Crepani *et. all.* (2001), a maior ou menor suscetibilidade de um solo a sofrer os processos erosivos da morfogênese depende de diversos fatores e os mais importantes são: estrutura do solo, tipo e quantidade das argilas, permeabilidade e profundidade do solo e a presença de camadas impermeáveis. Existem também alguns fatores externos que exercem influência direta como mudanças de relevo, qualidade do uso e também o tipo de cobertura vegetal existente. É bom lembrar que o tempo de formação de um solo desenvolvido, apesar de ser variável, nunca é uma

reação instantânea, requerendo centenas a milhares de anos para formar 1 cm de solo que, com manejo inadequado, pode se perder em apenas uma safra.

Uma unidade de paisagem natural é considerada **estável** quando os eventos naturais que nela ocorrem favorecem os processos de pedogênese, isto é, o ambiente favorece a formação e o desenvolvimento do solo, nestes ambientes são encontrados solos bastante desenvolvidos, intemperizados e envelhecidos.

Por outro lado, uma unidade de paisagem natural é considerada **vulnerável** quando prevalecem os processos modificadores do relevo (morfogênese) e, por isso, existe um predomínio dos processos de erosão em detrimento aos processos de formação e desenvolvimento do solo.

Assim, ao considerar o nível de desenvolvimento e a maturidade dos solos presentes na área de estudo, observou-se que, as unidades da paisagem consideradas estáveis, ou seja, aquelas que apresentam baixa vulnerabilidade natural a perda de solos predominam na área e são compreendidas pela classe 2, neste caso os Latossolos Amarelo. Os Latossolos são solos bem desenvolvidos, com grande profundidade e porosidade sendo, portanto, considerados os solos cujos materiais são os mais decompostos. São considerados solos velhos ou maduros. Estes solos possuem importantes propriedades físicas como boa permeabilidade à água e ao ar. Na área de estudo, os Latossolos ocupam 58,71% da área o que corresponde a 108.069,61 hectares.

Em seguida aparece a classe 3 (Média Vulnerabilidade), esta classe é representada pelo Podzólico Vermelho Amarelo que, de acordo com a nova nomenclatura da EMBRAPA (1999b), corresponde aos Argissolos. Esta classe de solos é encontrada em uma área de 66.837,88 hectares o que corresponde a 36,31% da área total.

Representando os solos com Alta Vulnerabilidade natural estão os Gleissolos e solos Hidromórficos com ocupam uma área de 4.403,35 hectares (2,38%) e correspondem a classe 4. Estes solos são jovens e pouco desenvolvidos, isto é, sua característica principal é a pequena evolução dos

perfis de solo, podem também estar situados em lugares de alta declividade o que favorece os processos erosivos, neste sentido, estes solos não devem ser considerados como potenciais para realização de atividades como agropecuária, florestal, ocupação e recreação. Na figura 55 e na Tabela 07 é possível verificar estas informações.

Na Tabela 08 e na Figura 56 é encontrado o PDECL (critério padronizado declividade contínua) com suas cinco classes de vulnerabilidade. Este critério influencia diretamente na suscetibilidade da área à erosão, neste sentido, quanto maior a declividade, maior é a sua vulnerabilidade natural. A classe de vulnerabilidade que predominou na área de estudo foi a 3 (Média Vulnerabilidade), correspondeu a 30,24% (55.657,53 hectares).

As classes 5 (Muito Alta Vulnerabilidade) e 4 (Alta Vulnerabilidade) corresponderam respectivamente a 27,46% (50.546,20 hectares) e 8,01% (14.747,09 hectares). Ao analisar estas duas classes, observou-se que 35,47%, ou seja, 65.293,29 hectares da Bacia Hidrográfica do Tarumã são áreas com relevo ondulado e até montanhoso, conseqüentemente possuem alta vulnerabilidade sob ponto de vista ambiental. Estas áreas são protegidas pela Legislação Florestal Brasileira e consideradas como de Preservação Permanente, sendo proibida a remoção da cobertura florestal existente.

As classes 2 (Baixa Vulnerabilidade) e 1 (Muito Baixa Vulnerabilidade) ocupam juntas 31,70% da Bacia, ou seja, em 58.360,02 hectares é possível, levando em consideração o critério declividade, realizar atividades produtivas tanto florestais como de agropecuária.

Na figura 57 e na Tabela 09 encontra-se o PVUS (critério padronizado vegetação e uso do solo) com cinco classes de vulnerabilidade. Predominou na área de estudo a classe 1 (Muito Baixa Vulnerabilidade), a qual representou 60,06% (110.549,81 hectares) da área de estudo. A área compreendida por esta classe apresentou cobertura vegetal de Floresta Ombrófila Densa, portanto, atualmente não possui vulnerabilidade ambiental. A classe 4 (Alta Vulnerabilidade) juntamente com a classe 5 (Muito Alta Vulnerabilidade) correspondem a 26,50%, ou seja, 48.758,63 hectares da área de estudo encontram-se vulneráveis a ações do ambiente,

principalmente pelo fato de que a cobertura vegetal existente em geral não passa de uma capoeira. Em 18.296,56 hectares sequer existe cobertura vegetal, nestas áreas o solo está completamente exposto. A classe 3 (Média vulnerabilidade) ocupa uma área de 5.310,24 hectares o que corresponde a 2,89% da área da bacia, já a classe 2 (Baixa Vulnerabilidade) ocupa aproximadamente 7,76% (14.294,38 hectares) da área de estudo.

Na tabela 10 e na Figura 58 é encontrado o PDAG1 (critério padronizado distância da área à água) com cinco classes de vulnerabilidade. Considerando a distância da área à água, a vulnerabilidade natural do local aumenta à medida que se aproxima do curso d'água, neste sentido, em 27,22%, ou seja, em 50.100,14 hectares a vulnerabilidade natural (Classe 5) é muito alta. Somada a classe 4 (Alta Vulnerabilidade, distância a água entre 150 e 300 metros) que representa 25,03% da área (46.067,87 hectares) totaliza-se 96.168,01, ou seja, mais da metade da área de estudo possui vulnerabilidade ambiental quando avaliado o critério distância da área a água.

A classe 3 (Média Vulnerabilidade) cuja distância até a água varia entre 300 e 400 metros ocupa 14,08% da área (25.911,27 hectares). As classes 2 (Baixa Vulnerabilidade) e 1 (Muito Baixa Vulnerabilidade) correspondem respectivamente a 27,51% (50.639,51 hectares) e 3,58% (6.592,05 hectares). Isto significa que 57.231,56 hectares, quando avaliado o critério padronizado distância da área a água, não existe vulnerabilidade ambiental, podendo ser utilizados sem problemas para realização de atividades produtivas.

A determinação da Vulnerabilidade Natural a Perda de Solos Final para a Bacia Hidrográfica do Tarumã baseou-se na combinação de quatro critérios discutidos anteriormente como (PSOLOS), (PDECL), (PVUS), e (PDAG1). Na tabela 11 e na figura 59 é ilustrada a Vulnerabilidade Natural Final com suas cinco classes de vulnerabilidade. A classe de vulnerabilidade natural que predominou foi a 5 (Muito Alta Vulnerabilidade), com 39,03% (71.826,46 hectares). Esta classe foi bastante influenciada pelos critérios Declividade Contínua cuja Vulnerabilidade Muito Alta contribuiu com 27,46%; a Distância da área a água, também na classe Vulnerabilidade Muito Alta teve uma participação em 27,22% da área e a classe Vegetação uso e cobertura da

Tabela 07. Classes de solos para o objetivo de vulnerabilidade natural a perda de solos, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tatumã, considerando o critério padronizado solos (PSOLOS), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	-----	-----
4 – ALTA	4.403,35	2,38
3 – MÉDIA	66.837,88	36,31
2 – BAIXA	108.069,61	58,71
1 - MUITO BAIXA	-----	-----
TOTAL	179.310,84	97,40

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

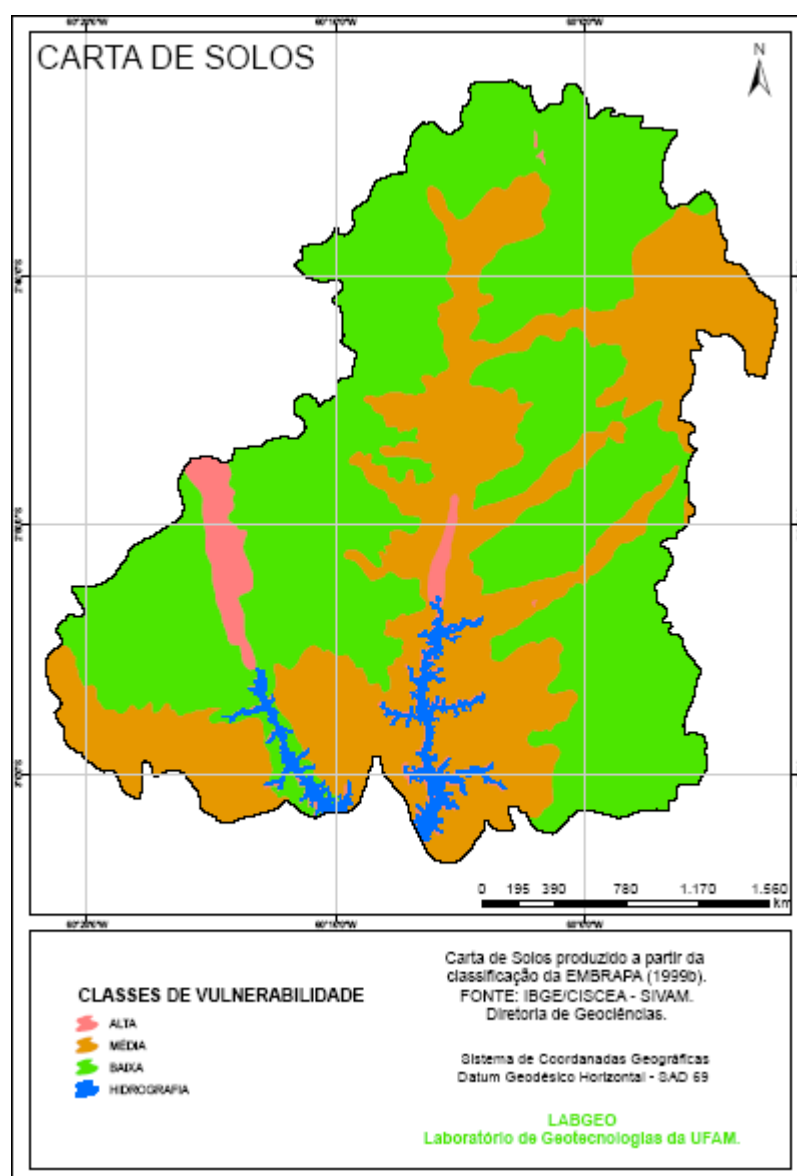


Figura 55. Carta do critério solos (PSOLOS) para o objetivo vulnerabilidade natural a perda de solos com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tatumã, Manaus – AM.

Tabela 08. Classes de declividade para o objetivo de vulnerabilidade natural a perda de solos, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado declividade (PDECL), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	50.546,20	27,46
4 – ALTA	14.747,09	8,01
3 – MÉDIA	55.657,53	30,24
2 – BAIXA	35.208,01	19,13
1 - MUITO BAIXA	23.152,01	12,57
TOTAL	179.310,84	97,40

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

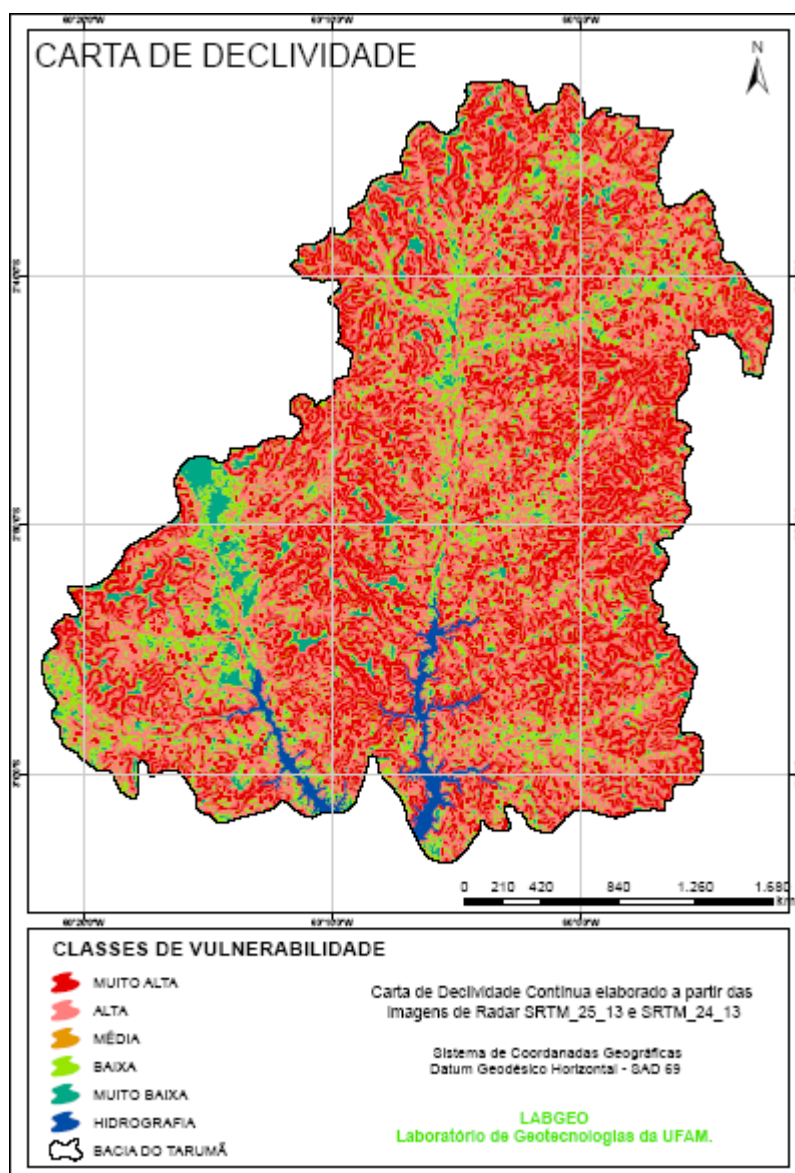


Figura 56. Carta do critério declividade contínua (PDECL) para o objetivo vulnerabilidade natural a perda de solos com suas classes de vulnerabilidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 09. Classes de vegetação, uso/cobertura da terra para objetivo de vulnerabilidade natural a perda de solos, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado vegetação, uso/cobertura da terra (PVUS), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	18.296,56	9,94
4 – ALTA	30.462,07	16,56
3 – MÉDIA	5.310,24	2,89
2 – BAIXA	14.294,38	7,76
1 - MUITO BAIXA	110.549,81	60,06
TOTAL	179.310,84	97,21

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água e 0,21% corresponde à rede viária.

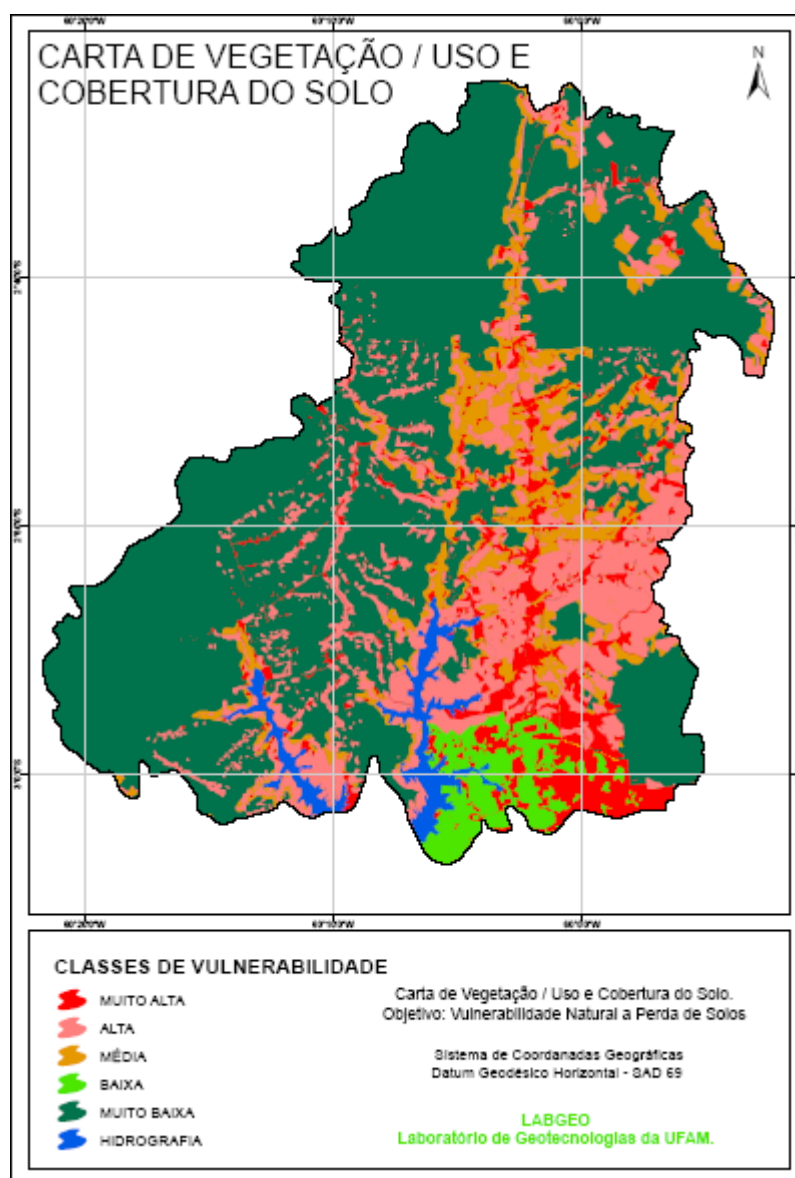


Figura 57. Carta do critério vegetação, uso/cobertura da terra (PVUS) para o objetivo vulnerabilidade natural a perda de solos com suas classes de vulnerabilidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

terra também participaram com 26,50% da área com as classes 4 e 5 com Alta e Muito Alta Vulnerabilidade. A classe 4 (Alta Vulnerabilidade) correspondeu a 28,78% (52.968,05 hectares), nela são encontrados solos jovens e pouco desenvolvidos como os Gleissolos, o local possui relevo fortemente ondulado (20 a 45% de declividade), a cobertura vegetal predominante é pastagem natural e capoeiras no estágio inicial de sucessão além da distância aos corpos d'água ser entre 80 e 300 metros. A classe 3 (Média Vulnerabilidade) representou 3,99% (7.349,33 hectares), os solos destas áreas possuem média profundidade, são mediantemente estáveis e intemperizados; o local apresenta topografia ondulado (8 a 20% de declividade); a cobertura vegetal é Campo aberto ou natural e Fragmentos Florestais Urbanos no caso das cidades, a distância aos corpos d'água varia entre 300 e 400 metros. As classes 1 (Muito Baixa Vulnerabilidade) e 2 (Baixa Vulnerabilidade) correspondem respectivamente a 23,99% (44.150,43 hectares) e 1,64% (3.016,60 hectares). Estas áreas são as mais indicadas para implantação de atividades produtivas por conter solos maduros e desenvolvidos, conseqüentemente mais estáveis; relevo não ultrapassando 8% de declividade; cobertura vegetal composta de Capoeira alta, floresta secundária, Campinarana e Floresta Ombrófila Densa; a distância da área estudada aos corpos d'água é superior a 400 metros, conseqüentemente os riscos de erosão, assoreamento de corpos d'água, deslizamentos e alagamentos são reduzidos.

Tabela 10. Classes de distância da área a água para o objetivo de vulnerabilidade natural a perda de solos, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado distância da área a água (PDAG), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	50.100,14	27,22
4 – ALTA	46.067,87	25,03
3 – MÉDIA	25.911,27	14,08
2 – BAIXA	50.639,51	27,51
1 - MUITO BAIXA	6.592,05	3,58
TOTAL	179.310,84	97,43

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água e 0,21% corresponde à rede viária.

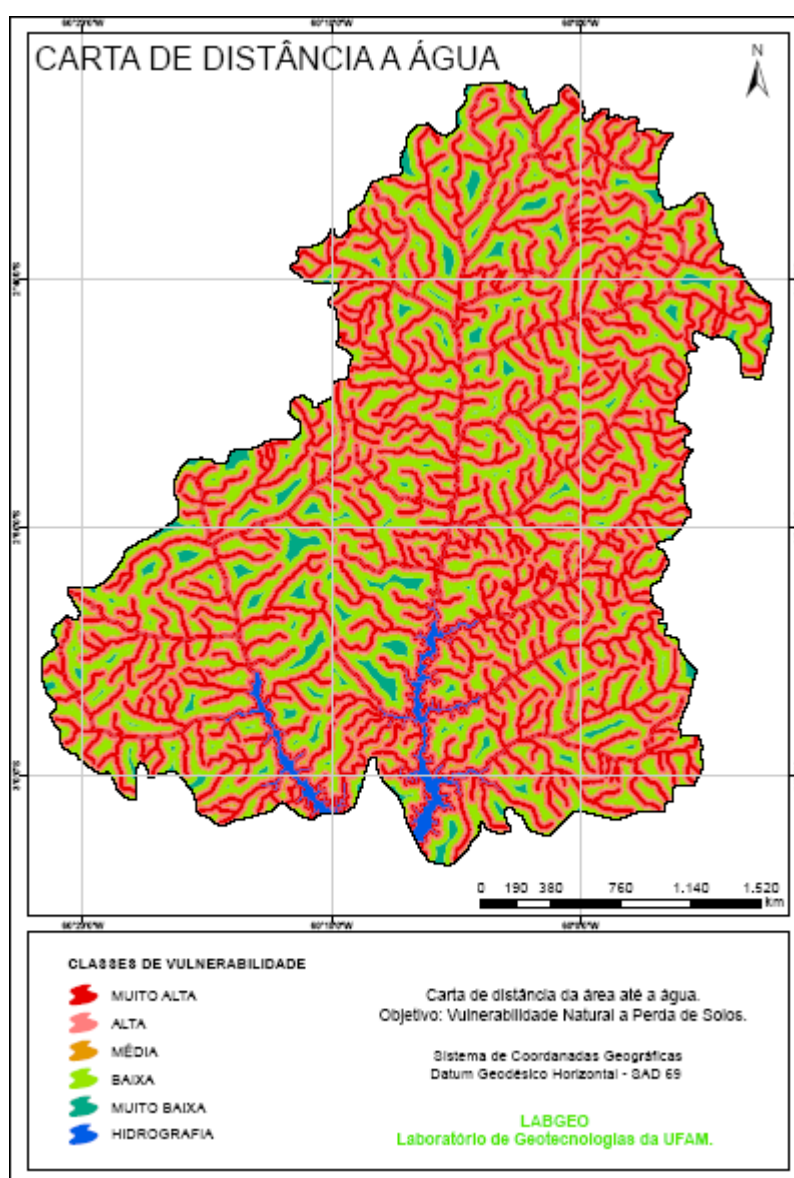


Figura 58. Carta do critério distância da área a água (PDAG) para o objetivo vulnerabilidade natural a perda de solos com suas classes de vulnerabilidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 11. Ocupação das classes de vulnerabilidade natural a perda de solos final, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando a combinação dos critérios padronizados (PSOLOS), (PDECL), (PVUS) e (PDAG1), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	71.826,43	39,03
4 – ALTA	52.968,05	28,78
3 – MÉDIA	7.349,33	3,99
2 – BAIXA	3.016,60	1,64
1 - MUITO BAIXA	44.150,43	23,99
TOTAL	179.310,84	97,43

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

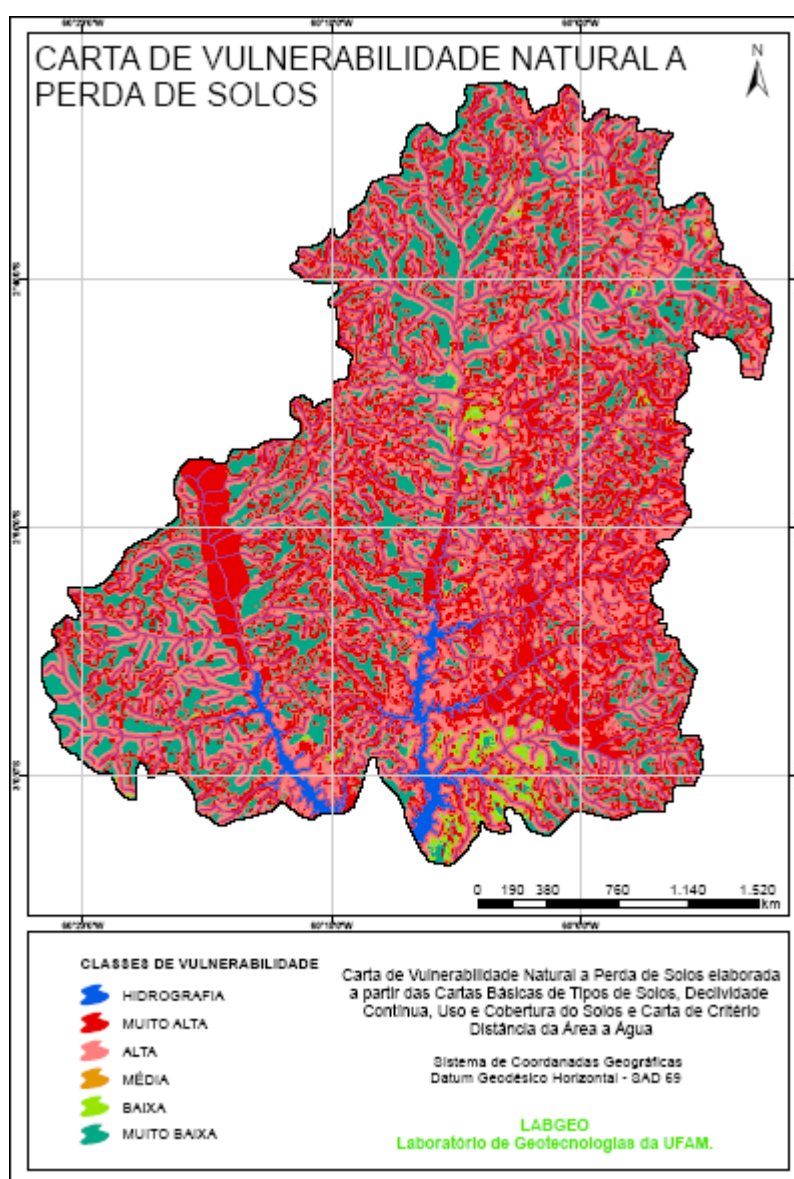


Figura 59. Carta de classes de vulnerabilidade para o objetivo vulnerabilidade natural a perda de solos após a combinação dos critérios padronizados para a Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus - AM.

5.3.3.2 AVALIAÇÃO DA POTENCIALIDADE FLORESTAL

Para a determinação da potencialidade da área de estudo para uso florestal foram utilizados os seguintes critérios padronizados: Solos (PSOLOS), Declividade Contínua (PDECL), Vegetação/uso do solo (PVUS), Distância da área florestal a estradas (PDVI), Distância da área ao centro consumidor florestal (PDCC-1), Retorno Social Florestal (PRESO-1), Valor da terra (PVAT), Presença de indivíduos florestais comerciais (PPRESICO), Distância da área florestal a água (PDAG-2) e finalmente Unidades de Conservação de Proteção Integral presentes (PUCPI).

Na Figura 60 e na Tabela 12 é ilustrado o PSOLOS (critério padronizado solos) com cinco classes de potencialidade. Considerando o nível de desenvolvimento e a maturidade dos solos e as influências diretas que estas variáveis exercem na potencialidade para uso florestal e na vulnerabilidade natural a perda de solos na área de estudo foi registrada predominância da classe 4 que correspondeu a Alta Potencialidade para uso florestal, sendo os Latossolos Amarelos os que concentram 58,71% da área correspondendo a 108.069,61 hectares. Estes solos são bem desenvolvidos, com grande profundidade e porosidade sendo, portanto, considerados os solos cujos materiais são os mais decompostos, são também mais estáveis e menos vulneráveis a perda natural de solos.

Em seguida aparece a classe 3 (Média Potencialidade), esta classe é representada pelo Podzólico Vermelho Amarelo que, de acordo com a nova nomenclatura da EMBRAPA (1999b), corresponde aos Argissolos. Esta classe de solos é encontrada em uma área de 66.837,88 hectares equivalentes a 36,31% da área total. De acordo com Crepani (2001), os solos Podzólicos, quando comparados com os Latossolos, apresentam profundidade menor e são solos menos estáveis e menos intemperizados. Ocorrem geralmente em topografias um pouco mais movimentadas.

Na área de estudo também existem os Gleissolos e solos Hidromórficos com uma área de 4.403,35 hectares (2,38%) e correspondem a classe 2 de Baixa Potencialidade para o objetivo florestal. Estes solos são jovens e pouco desenvolvidos, isto é, sua característica principal é a pequena

evolução dos perfis do solo, podem também estar situados em lugares de alta declividade o que favorece os processos erosivos, neste sentido, estes solos não podem ser utilizados para realização de atividades relacionadas com Manejo Florestal por representarem as áreas com classes de potencialidade baixa.

Na Tabela 13 e a Figura 61 encontra-se o PDECL (critério padronizado declividade contínua) com cinco classes de potencialidade. Este critério influencia diretamente na suscetibilidade da área à erosão, assim, quanto maior a declividade, menor sua potencialidade para o uso florestal.

As classes de potencialidade 1 (Muito Baixa) e 2 (Baixa) totalizam respectivamente 27,46% (50.546,20 hectares) e 8,01 (14.747,09 hectares). Estas áreas não são potenciais para o objetivo florestal por possuírem, de acordo com Costa (2001) relevo fortemente ondulado a montanhoso, são inclusive protegidas pela Legislação Florestal Brasileira, assim, nenhuma atividade de exploração deve ser realizada, isso significa que em 35,47% da área, ou seja, em 65.293,29 hectares é inadequado realizar atividades florestais.

A classe 3 (Média Potencialidade) corresponde ao relevo ondulado, predomina na área e ocupa 30,24% da área (55.657,53 hectares). Esta classe quando somada as classes 5 (Muito Alta Potencialidade) e 4 (Alta Potencialidade) que possuem relevo plano a levemente ondulado com 12,57% (23.152,01 hectares) e 19,13% (35.208,014 hectares), respectivamente totalizam 114.017,55 hectares o que correspondeu a 61,95% da área com potencial para realização de atividades como o Manejo Florestal.

Na Figura 62 e na Tabela 14 encontra-se o PVUS (critério padronizado vegetação e uso do solo) com cinco classes de potencialidade. É extremamente importante conhecer o tipo de vegetação, sua densidade e as formas de uso e ocupação do solo para definir a potencialidade que uma determinada área possui para o uso florestal. Neste sentido, na área de estudo predominou a classe 5 (Muito Alta Potencialidade), com 60,06% (110.549,81 hectares). A cobertura vegetal presente nesta classe foi Floresta Ombrófila Densa.

Tabela 12. Classes de potencialidade para o objetivo florestal, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado solos (PSOLOS), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	-----	-----
4 – ALTA	108.069,61	58,71
3 – MÉDIA	66.837,88	36,31
2 – BAIXA	4.403,35	2,38
1 - MUITO BAIXA	-----	-----
TOTAL	179.310,84	97,40

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

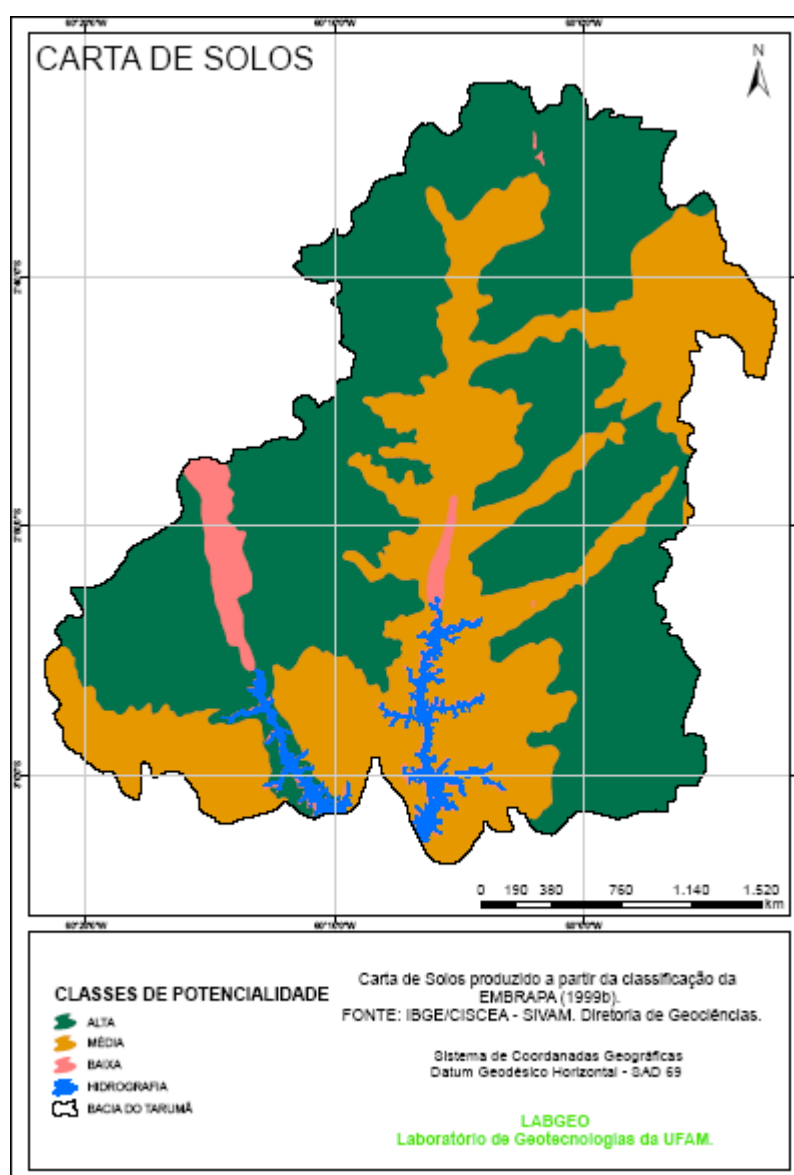


Figura 60. Carta do critério padronizado PSOLOS para o objetivo florestal com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 13. Classes de potencialidade para o objetivo florestal, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado declividade contínua (PDECL), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	23.152,01	12,57
4 – ALTA	35.208,01	19,13
3 – MÉDIA	55.657,53	30,24
2 – BAIXA	14.747,09	8,01
1 - MUITO BAIXA	50.546,20	27,46
TOTAL	179.310,84	97,40

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

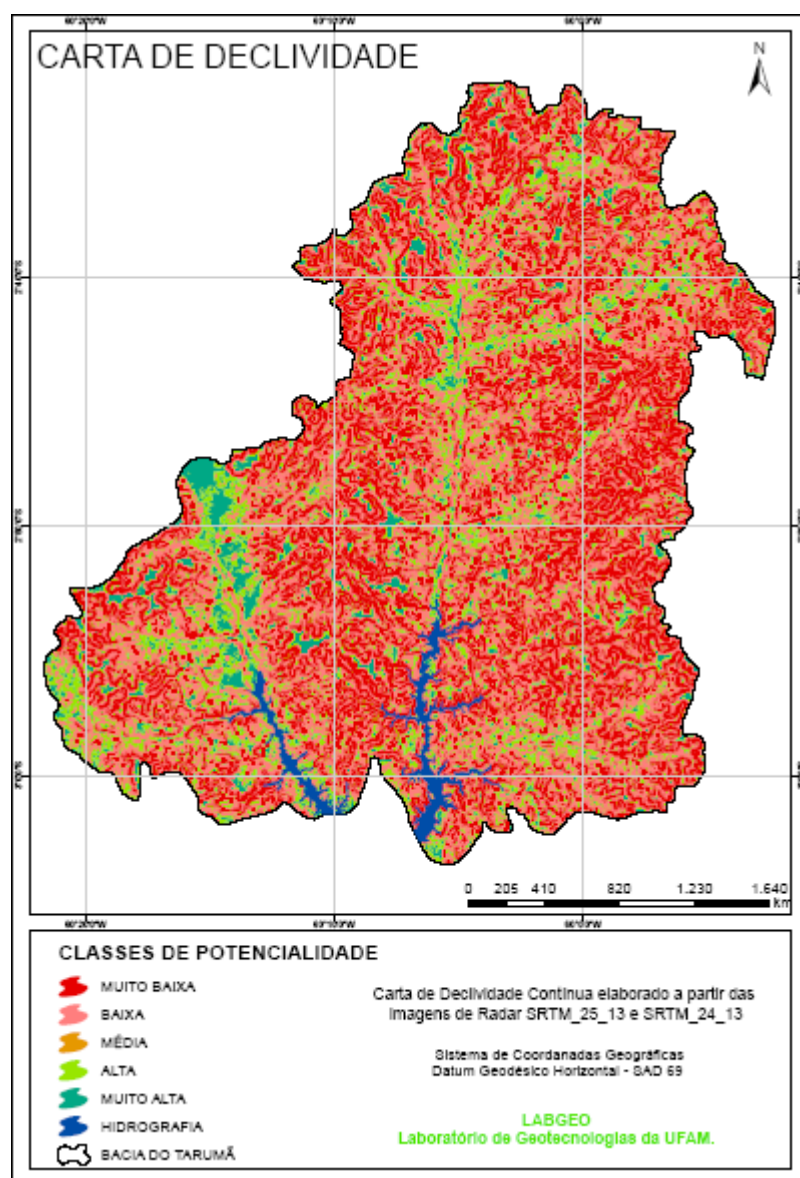


Figura 61. Carta do critério declividade contínua PDECL para o objetivo florestal com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

A classe 4 (Alta Potencialidade) cuja vegetação é Campinarana e Floresta Secundária, existe em 7,76% (14.294,38 hectares), estas duas classes (4 e 5) correspondem juntas a 124.844,19 hectares com potencialidade para realização de atividades relacionadas com o setor florestal, como por exemplo o Manejo Florestal Sustentável de produtos madeireiros. As classes 1 (Muito Baixa Potencialidade, predominância de solo exposto), 2 (Baixa Potencialidade, predominância de capoeiras e plantios) e 3 (Média Potencialidade, fragmentos florestais urbanos), com 9,94% (18.294,56 hectares), 16,56% (30.462,07 hectares) e 2,89% (5.310,24 hectares) respectivamente. Estas áreas ocupadas com menores densidades de floresta somadas aquelas que apresentam solo exposto, possuem menor potencialidade para realização de atividades florestais.

Na tabela 15 e na figura 63 encontra-se o PDVI (critério padronizado distância da área à rede viária) com as suas cinco classes de potencialidade. Considerando a distância da área à rede viária, a potencialidade florestal para a bacia hidrográfica teve a predominância da classe 1 (Muito Baixa Potencialidade), com apenas 29,45% (54.202,17 hectares), somando-se à classe 2 (Baixa Potencialidade), esta porcentagem aumentou para 37,61% (69.220,63 hectares). Isto significa que a distância percorrida é superior a 2.000 metros, levando em consideração que a atividade florestal muitas vezes requer a abertura de estradas secundárias para escoamento da produção esta distância reduz significativamente o potencial da área.

As classes de potencialidade 5 (Muito Alta, menos que 500 metros), 4 (Alta, de 500 a 1.200 metros) e 3 (Média, de 1.200 a 2.000 metros) correspondem respectivamente a 20,60% (37.907,91 hectares), 22,64% (41.663,17 hectares) e 16,58% (30.519,11 hectares). Estas classes, conjuntamente, correspondem a 59,82% o que significa que da área total da bacia hidrográfica 110.090,19 hectares tem potencialidade para realização de atividades florestais uma vez que a distância percorrida varia entre 0 e 2.000 metros. Isto ocorre devido à razoável distribuição da rede viária na área de estudo.

Tabela 14. Classes de potencialidade para o objetivo florestal, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado vegetação / uso e cobertura do solo (PVUS), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	110.549,81	60,06
4 - ALTA	14.294,38	7,76
3 - MÉDIA	5.310,24	2,89
2 - BAIXA	30.462,07	16,56
1 - MUITO BAIXA	18.296,56	9,94
TOTAL	179.310,84	97,21

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água e 0,21% corresponde à rede viária.

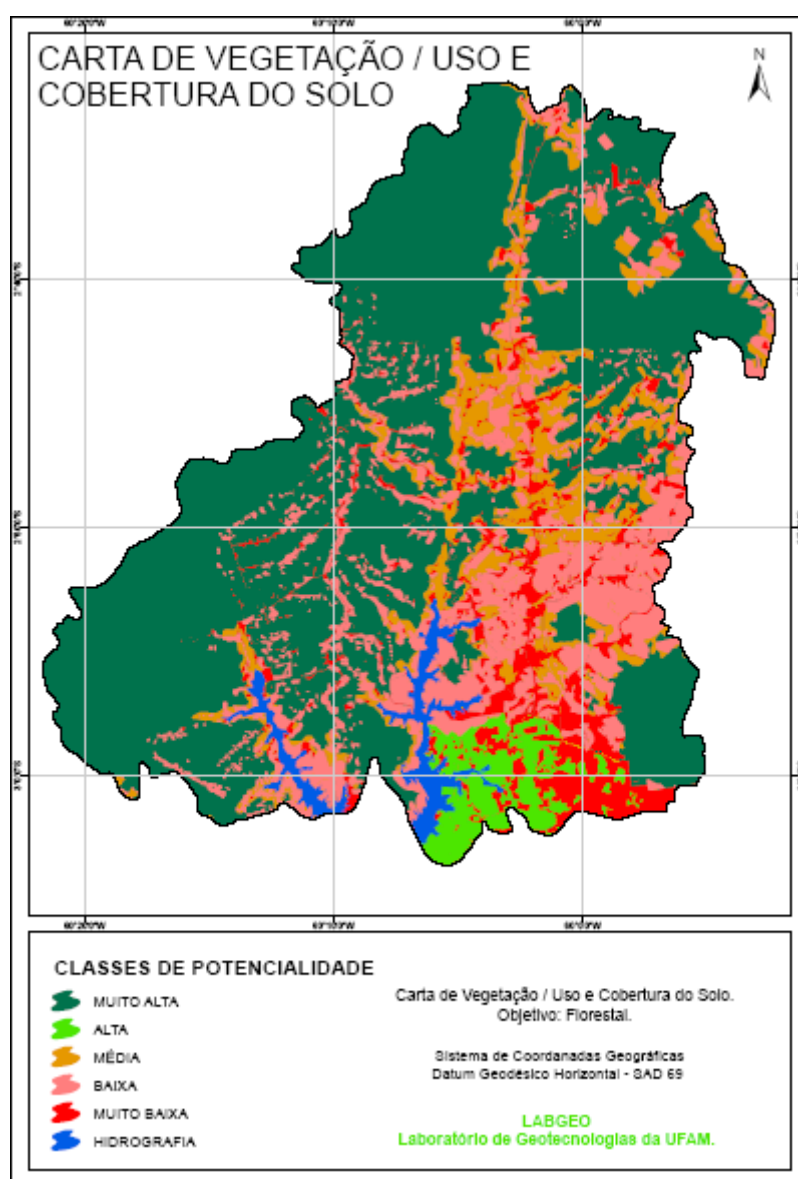


Figura 62. Carta do critério vegetação / uso e cobertura PVUS para o objetivo florestal com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Na tabela 16 e na figura 64 encontra-se o PDCC1 (critério padronizado distância da área ao centro consumidor) com cinco classes de potencialidade. Levando em consideração a distância máxima viável para escoamento da produção florestal, a qual foi definida pelos atores sociais da área de estudo, foi possível observar que a classe 5 (Muito Alta Potencialidade) predominou, com 45,98% (84.618,37 hectares) apresentando uma distância inferior a 20Km para serem percorridos.

A classe 4 (Alta Potencialidade) correspondeu a 42,23% (77.730,71 hectares) e a classe 3 (Média potencialidade) representou 5,59% (10.292,81 hectares). Isto significa que a distância máxima percorrida para as classes 4 e 3 corresponde respectivamente a 40 e 50Km. O centro consumidor mais próximo da área de estudo foi a área urbana da cidade de Manaus compreendida pelas zonas norte e oeste e corresponde a uma área de 11.404,19, ou seja, 6,20%. Esta situação confirma a ótima potencialidade para o objetivo florestal quando considerada a distância ao centro consumidor.

Na tabela 17 e na Figura 65 encontra-se o PRESO1 (critério padronizado retorno social florestal) com cinco classes de potencialidade. Considerando o retorno social do objetivo florestal baseado na renda salarial, a potencialidade florestal para a bacia hidrográfica, levando-se em consideração as áreas que apresentam cobertura florestal atualmente, houve predominância na classe 3, já que a renda desta atividade na área de estudo esteve entre 1 e 2 salários mínimos, representando a situação regular.

A área é coberta por Floresta Ombrófila Densa e representa 56,72% (104.386,61 hectares). As classes 1 (Muito Baixa Potencialidade, de 0,3 a 1 salário mínimo) e a 2 (Baixa Potencialidade, menos que 0,3 salários mínimo) correspondem respectivamente a 7,77% (14.295,36 hectares) e 3,35% (6.165,20 hectares). A cobertura vegetal destas áreas é Floresta Secundária e Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas. Esta situação confirma uma potencialidade regular para o objetivo florestal, quando considerado o retorno social desta atividade.

Na tabela 18 e na figura 66 encontra-se o PVAT (critério padronizado valor da terra) com as suas cinco classes de potencialidade. Considerando o valor da terra, a potencialidade florestal apresentou predominância na classe 5 (Muito Alta Potencialidade), nesta classe estão compreendidas as áreas com Florestal Ombrófila Densa com grande quantidade de indivíduos comerciais e representou 60,07% da área (110.551,81 hectares).

As classes 4 (Alta Potencialidade) com porcentagem 16,55% (30.462,97 hectares) e a classe 3 (Média Potencialidade) com 7,77% (14.295,36 hectares) aparecem em seguida. Somadas, estas três classes totalizam 84,39% (155.310,14 hectares) com potencialidade para atividades florestais. A classe de aptidão 2 (Baixa Potencialidade) apresentou a porcentagem zero. Já a classe 1 (Muito Baixa Potencialidade) foi representada pelas áreas de queimada e solos expostos. O percentual desta classe foi de 7,09%, isto significa que na Bacia Hidrográfica do Tarumã, levando-se em consideração o critério valor da terra, são encontrados 13.040,65 hectares que apresentam potencialidade extremamente baixa para realização de atividades florestais.

Na tabela 19 e na figura 67 é ilustrado o PRESICO (critério padronizado presença de indivíduos comerciais) com cinco classes de potencialidade. Considerando a presença de indivíduos comerciais nas áreas com cobertura florestal, a potencialidade para realização de atividades florestais nestas áreas apresentou predominância da classe 5 (Muito Alta Potencialidade). Nesta área a cobertura florestal é de Floresta Ombrófila Densa com bom número de indivíduos comerciais de grande porte, com ocorrência de espécies como Cedrinho, Cardeiro, Mata-Matá, Breu, Cambará entre outros. Esta classe ocupou 56,72% da área de estudo, o que correspondeu a 104.386,61 hectares.

As classes 4 (Alta Potencialidade) e 3 (Média Potencialidade), corresponderam respectivamente a 3,35% (6.165,20 hectares) e 7,77% (14.295,36 hectares), somando a estas as áreas, a Classe 5 (Muito Alta Potencialidade) se obteve uma área de 124.847,17, ou seja 67,83% da Bacia

Tabela 15. Classes de potencialidade para o objetivo florestal, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado distância a rede viária (PDVI), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	37.907,91	20,60
4 - ALTA	41.663,17	22,64
3 - MÉDIA	30.519,11	16,58
2 - BAIXA	15.018,46	8,16
1 - MUITO BAIXA	54.202,17	29,45
TOTAL	179.310,84	97,43

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

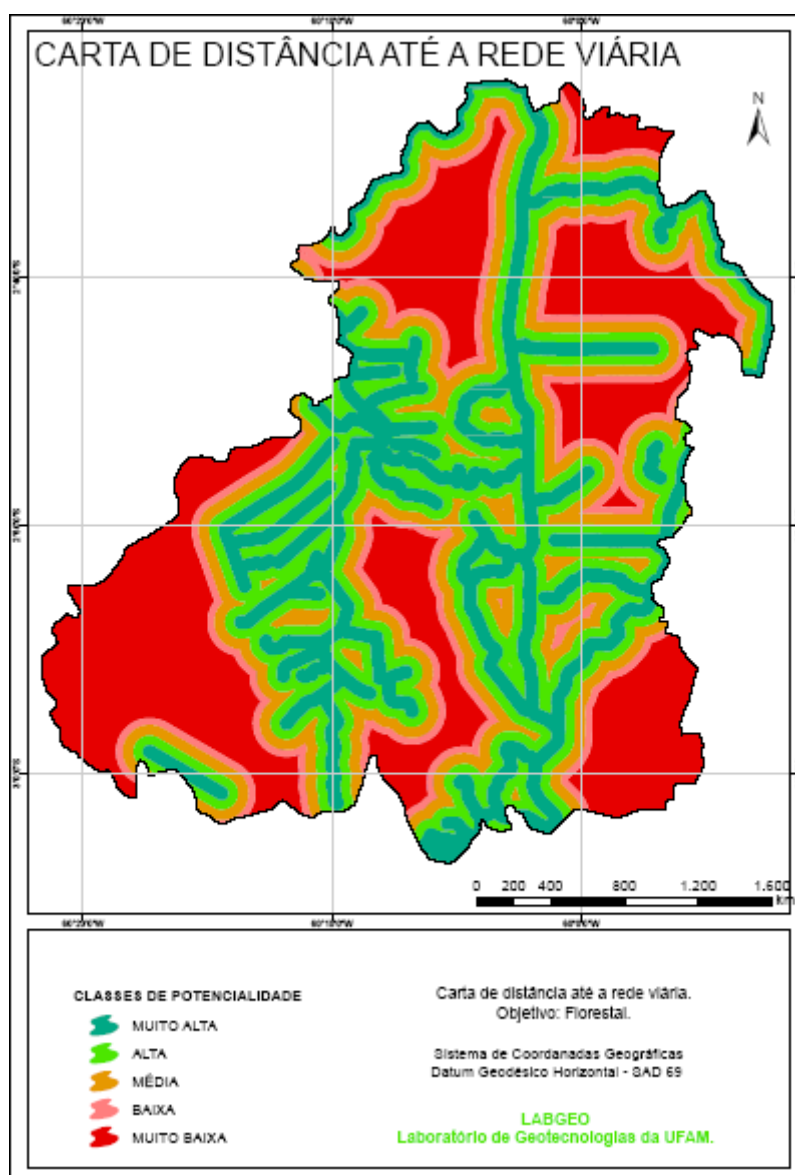


Figura 63. Carta do critério distância a rede viária PDVI para o objetivo florestal com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 16. Classes de potencialidade para o objetivo florestal, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério distância da área ao centro consumidor (PDCC1), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	84.618,37	45,98
4 - ALTA	77.730,71	42,23
3 - MÉDIA	10.292,81	5,59
2 - BAIXA	-----	-----
1 - MUITO BAIXA	-----	-----
TOTAL	172.641,89	93,80

* Nota: O Centro Consumidor (Zonas Norte e Oeste de Manaus) ocupam uma área correspondente a 11.404,19 hectares (6,20%) da bacia hidrográfica.

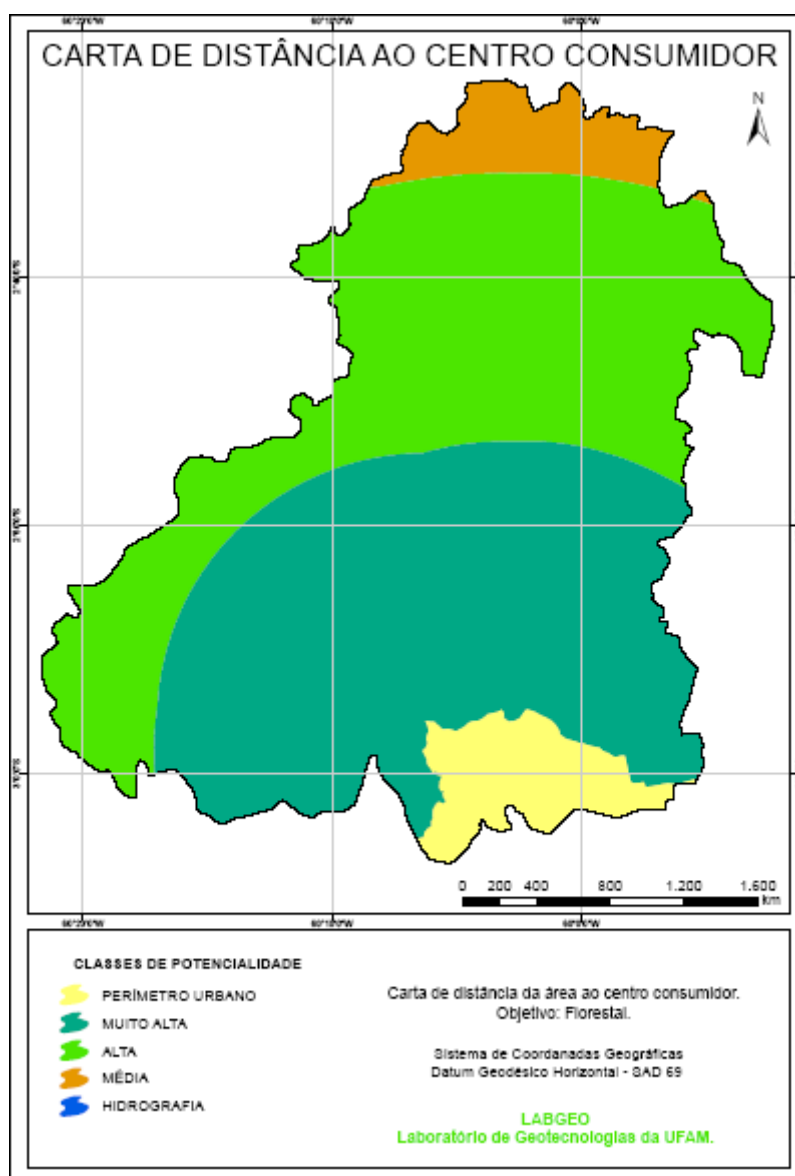


Figura 64. Carta do critério distância ao centro consumidor PDCC1 para o objetivo florestal com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 17. Classes de potencialidade para o objetivo florestal, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério retorno social (PRESO1), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	-----	-----
4 - ALTA	-----	-----
3 - MÉDIA	104.386,61	56,72
2 - BAIXA	6.165,20	3,35
1 - MUITO BAIXA	14.295,36	7,77
TOTAL	172.641,89	67,83

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água e 0,21% corresponde à rede viária.

** A área sem cobertura vegetal não foi contabilizada nesta avaliação.

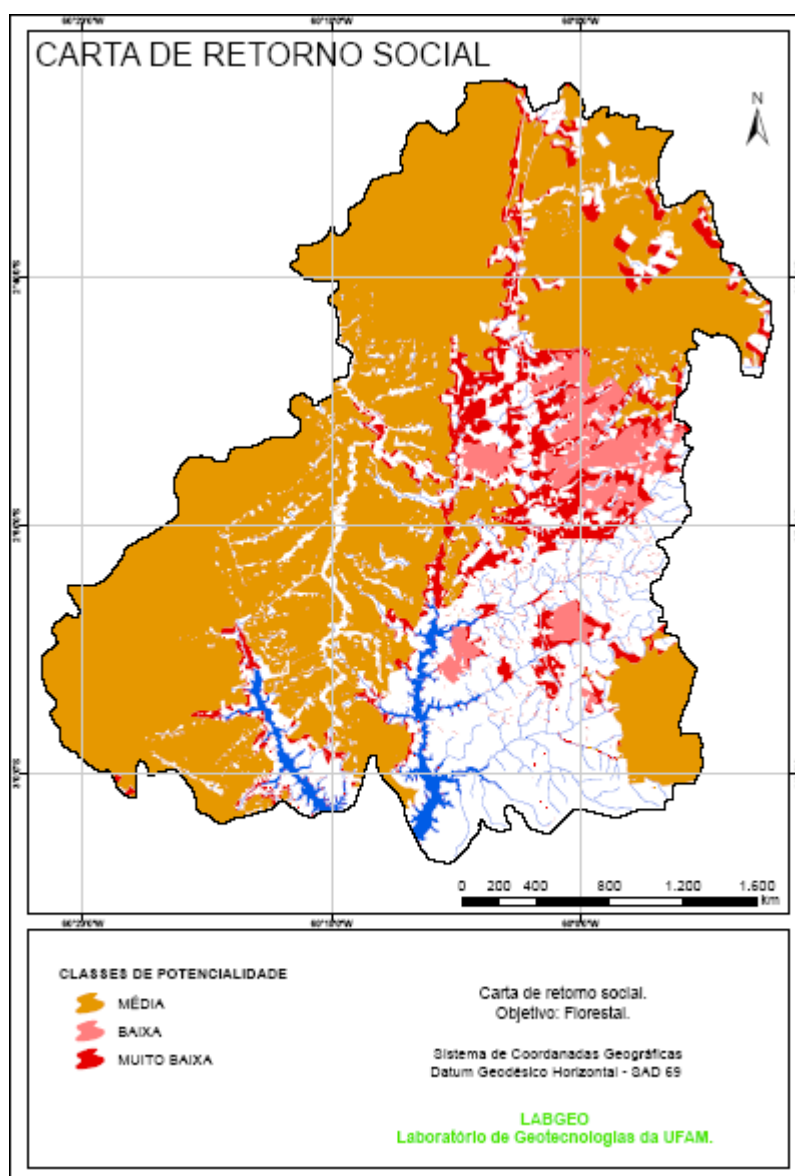


Figura 65. Carta do critério retorno social florestal PRESO para o objetivo florestal com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 18. Classes de potencialidade para o objetivo florestal, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério valor da terra (PVAT), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	110.551,81	60,07
4 - ALTA	30.462,97	16,55
3 - MÉDIA	14.295,36	7,77
2 - BAIXA	-----	-----
1 - MUITO BAIXA	13.040,65	7,09
TOTAL	168.350,79	91,47

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água e 0,21% corresponde à rede viária.

** O centro consumidor representa 6,20% da área.

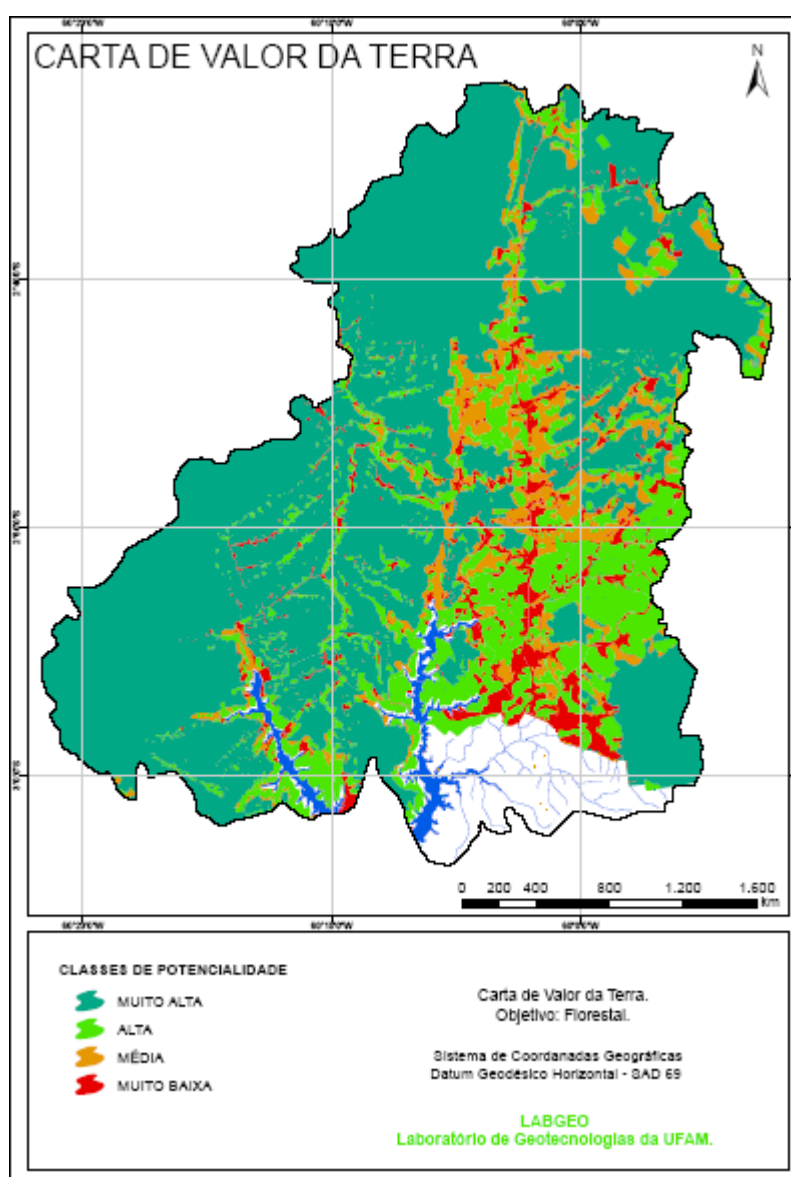


Figura 66. Carta do critério valor da terra PVAT para o objetivo florestal com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Hidrográfica do Tarumã apresentaram excelente potencialidade para realização de atividades florestais.

As classes 2 (Baixa Potencialidade) e 3 (Muito Baixa Potencialidade) corresponderam respectivamente a 16,55% (30.462,97 hectares) e 7,09% (13.040,65 hectares). Nestas áreas foram encontradas somente floresta secundária e capoeiras sem qualquer tipo de indivíduos comerciais presentes, o que se traduz em uma baixa potencialidade da área.

Na tabela 20 e na figura 68 é ilustrado o PDAG2 (critério padronizado distância da área à água) com cinco classes de potencialidade. Considerando a distância da área à água, a potencialidade florestal para a área de estudo apresentou predominância da classe 4 (Alta Potencialidade), a qual representou 33,05% (60.830,82 hectares), somada a esta, a classe 5 (Muito Alta Potencialidade) e a classe 3 (Média Potencialidade), que correspondem respectivamente a 12,07% (22.219,30 hectares) e 25,03% (46.067,87) este percentual aumentou para 70,15% (129.117,99 hectares). Isto significa que a Bacia é muito bem drenada, pois mesmo mantendo uma margem de segurança de até 150 metros de área de preservação nas margens dos igarapés a distância predominante a ser percorrida na área varia entre 300 a 600 metros.

As classes de potencialidade 2 (Baixa, de 80 a 150 metros) e 1 (Muito Baixa, de 0 a 80 metros), correspondem respectivamente a 12,53% (23.075,42 hectares) e 14,73% (27.117,43 hectares). Estas classes, conjuntamente, corresponderam a 27,27% o que significa que da área total da bacia hidrográfica 50.192,85 hectares apresentam baixa potencialidade para realização de atividades florestais por estarem localizados a uma proximidade menor que 150 metros das margens dos igarapés, portanto foram considerados como Área para proteção.

Na tabela 21 e na figura 69 apresenta-se o PUCPI (critério padronizado UC de proteção integral). Neste caso foi realizada a seguinte avaliação: as áreas localizadas dentro de unidades de conservação de proteção integral foram consideradas como não potenciais. Já as áreas localizadas fora de unidades de conservação de proteção integral foram consideradas potenciais

Tabela 19. Classes de potencialidade para o objetivo florestal, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério presença de indivíduos comerciais (PRESICO), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	110.551,81	60,07
4 - ALTA	30.462,97	16,55
3 - MÉDIA	14.295,36	7,77
2 - BAIXA	-----	-----
1 - MUITO BAIXA	13.040,65	7,09
TOTAL	168.350,79	91,47

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água e 0,21% corresponde à rede viária.

** O centro consumidor representa 6,20% da área.

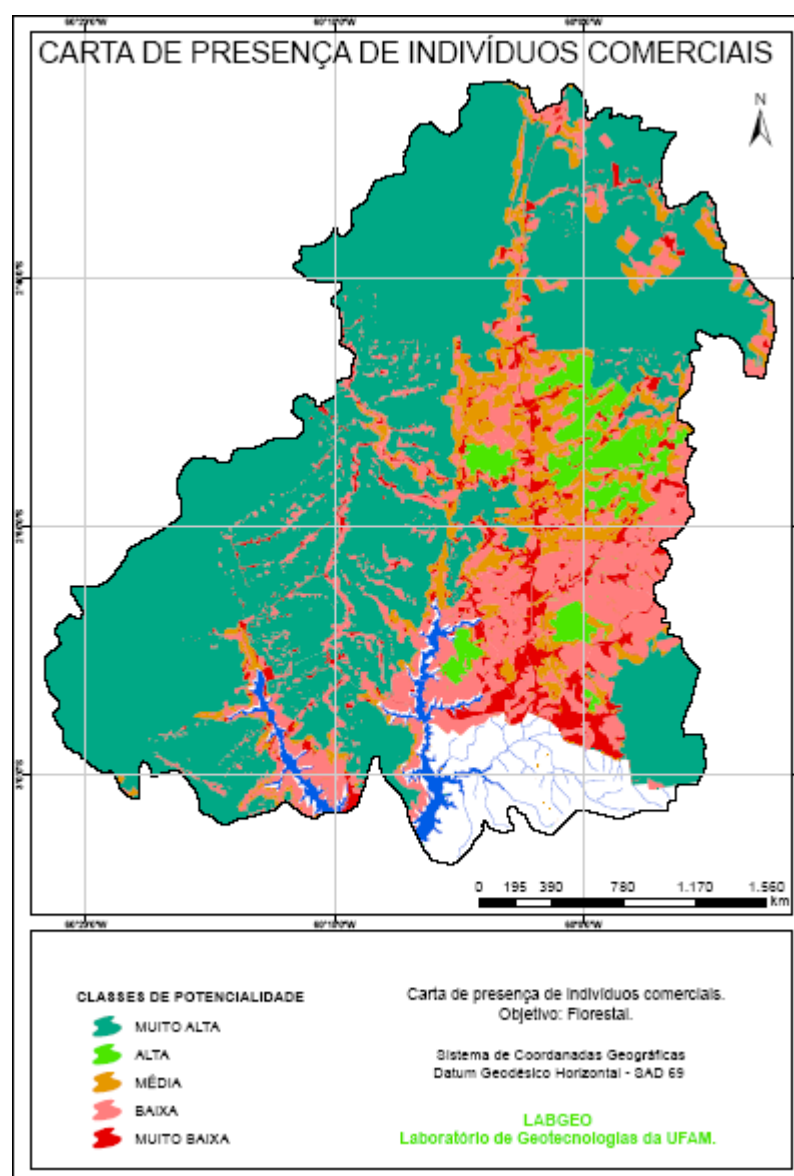


Figura 67. Carta do critério presença de indivíduos comerciais PRESICO para o objetivo florestal com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 20. Classes de potencialidade para o objetivo florestal, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério distância da área a água PDAG-2, Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	22.219,30	12,07
4 - ALTA	60.830,82	33,05
3 - MÉDIA	46.067,87	25,03
2 - BAIXA	23.075,42	12,53
1 - MUITO BAIXA	27.117,43	14,73
TOTAL	179.310,84	97,40

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

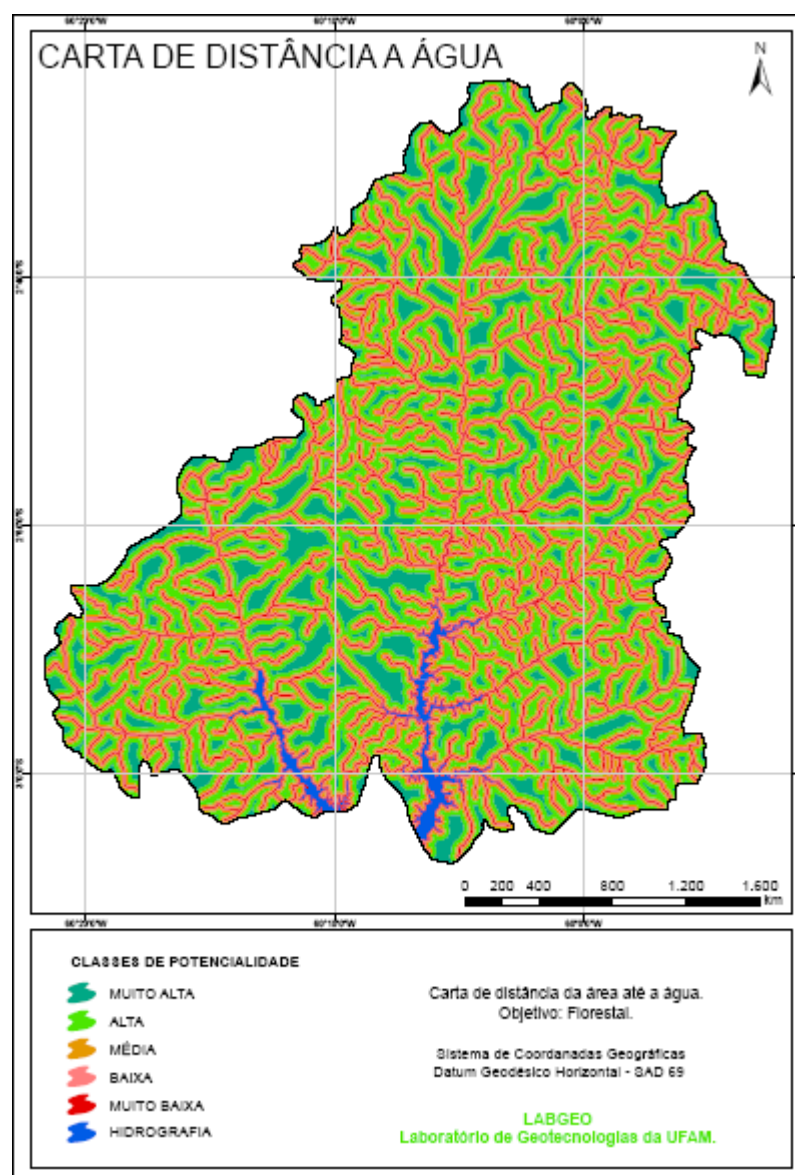


Figura 68. Carta do critério distância da área a água PDAG-2 para o objetivo florestal com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 21. Classes de potencialidade para o objetivo florestal, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério Unidades de Conservação de proteção Integral PUCPI, Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	-----	-----
4 - ALTA	-----	-----
3 - MÉDIA	-----	-----
2 - BAIXA	-----	-----
1 - MUITO BAIXA	23.980,88	13,03
TOTAL	23.980,88	13,03

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

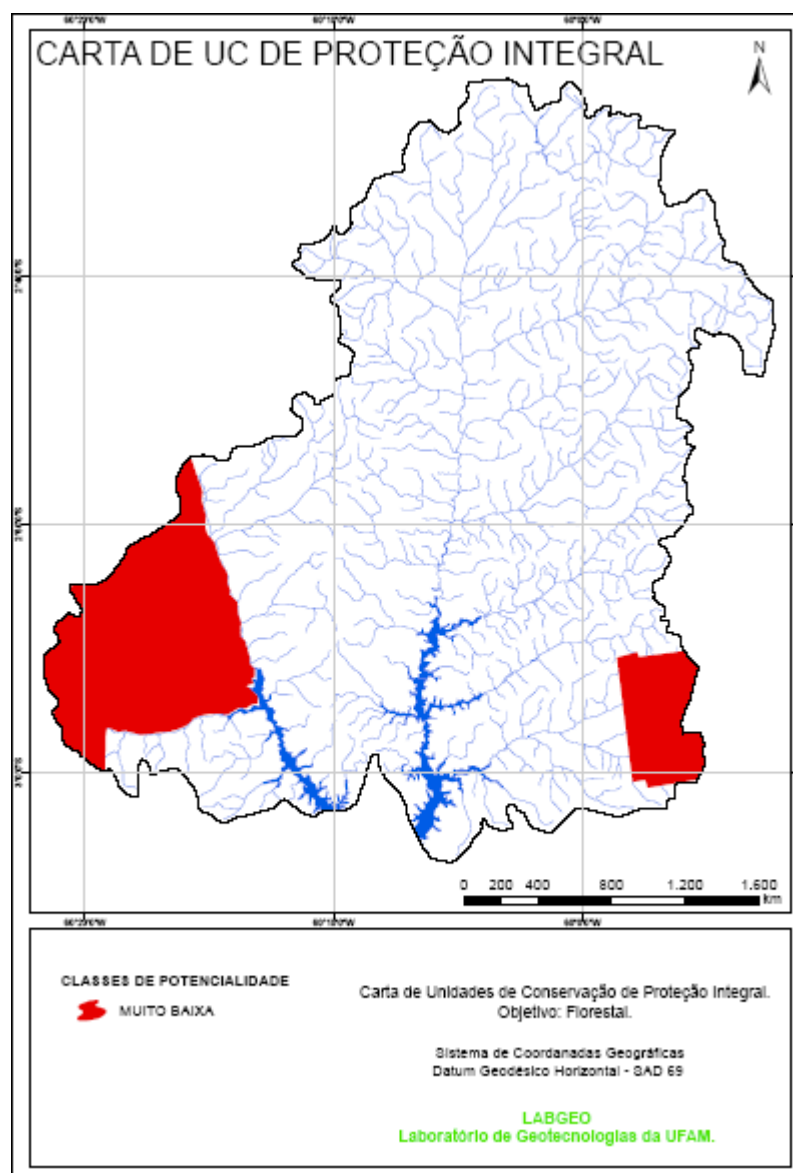


Figura 69. Carta do critério Unidades de Conservação de Proteção Integral PUCPI para o objetivo florestal com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

para realização de atividades florestais. Assim, 23.980,88 hectares não apresentam nenhuma potencialidade para uso Florestal.

A determinação da Potencialidade Florestal Final para a Bacia Hidrográfica do Tarumã baseou-se na combinação dos dez critérios discutidos anteriormente como (PSOLOS), (PDECL), (PVUS), (PDVI), (PDCC1), (PRESO1), (PVAT), (PRESICO), (PDAG2) e (PUCPI). Na tabela 22 e na figura 70 é ilustrado o Potencial Florestal Final com cinco classes de potencialidade. A classe de potencialidade florestal final que predominou foi a 1 (Muito Baixa Potencialidade), com 66,62% (122.611,41 hectares).

Esta classe foi bastante influenciada pelo critério Unidades de Conservação de Proteção Integral (PUCPI) que corresponde a 19,54% da área, ou seja, 23.980,88 hectares da Bacia Hidrográfica do Tarumã estão protegidos por unidades de conservação, somado a isso estão às áreas com relevo fortemente ondulado ou até montanhoso. A distância da área até a água também foi um critério com influenciou significativamente, uma vez que foi respeitada uma distância média de 80 metros nas margens dos igarapés, além disso, as formas de vegetação e uso da área também contribuíram com estes valores, uma vez que 13.039,25 hectares possuem solo exposto e 30.039,25 hectares tiveram cobertura vegetal composta por capoeiras e/ou plantios diversos.

A classe 2 (Baixa Potencialidade), representou 15,61% (28.729,86 hectares) da Bacia. As classes 5 (Muito Alta Potencialidade), 4 (Alta Potencialidade) e 3 (Média Potencialidade) corresponderam, conjuntamente, à 15,19% (27.969,90 hectares) da Bacia. Estes valores poderão aumentar, dependendo do interesse com relação a recuperação ambiental das áreas com solo exposto, assim estas também poderão ser alocadas para este objetivo.

Tabela 22. Ocupação das classes de potencialidade florestal final, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando a combinação dos critérios padronizados (PSOLOS), (PDECL), (PVUS), (PDVI), (PDCC1), (PRESO1), (PVAT), (PRESICO), (PDAG2) e (PUCPI), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	1.755,70	0,95
4 – ALTA	23.509,71	12,77
3 - MÉDIA	2.704,49	1,47
2 - BAIXA	28.729,53	15,61
1 - MUITO BAIXA	122.611,41	66,62
TOTAL	179.310,84	97,43

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

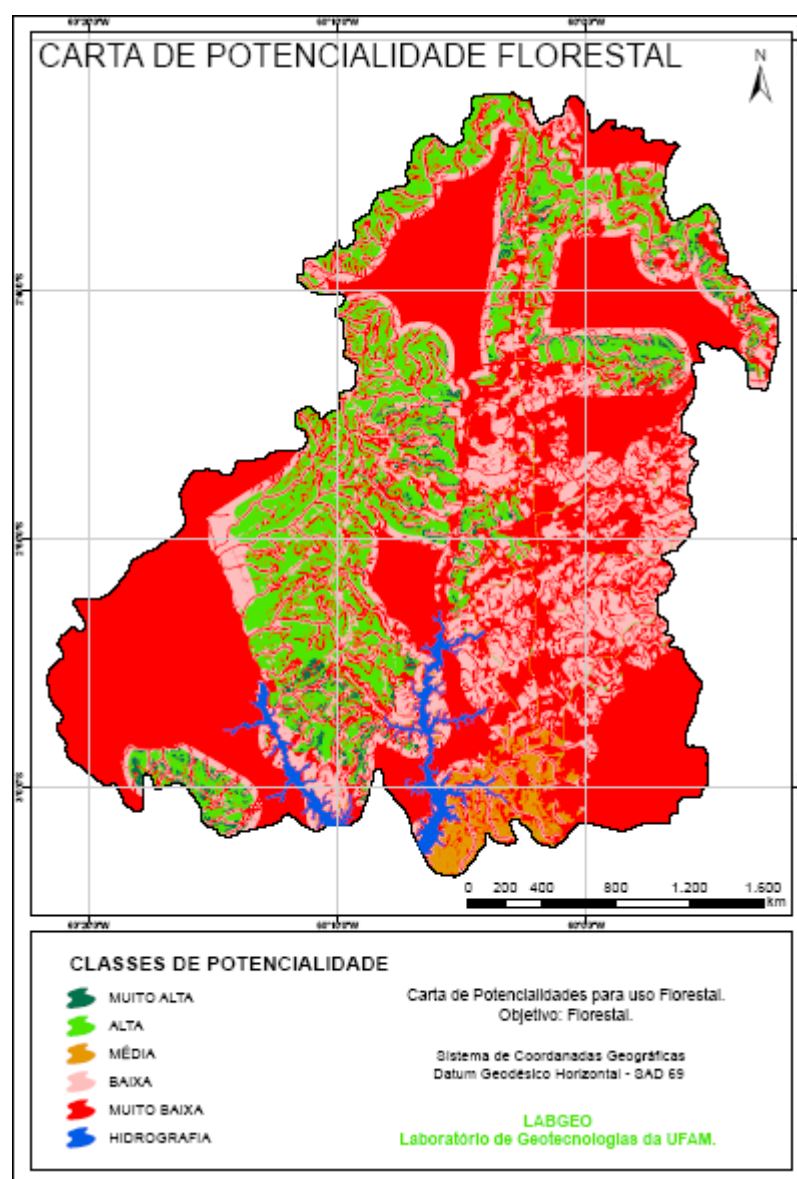


Figura 70. Carta de classes de potencialidade para o objetivo florestal após a combinação dos critérios padronizados para a Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus - AM.

5.3.3.3 AVALIAÇÃO DA POTENCIALIDADE AGROPECUÁRIA

Para a determinação da potencialidade da área de estudo para uso agropecuário foram utilizados os seguintes critérios padronizados: Solos (PSOLOS), Declividade Contínua (PDECL), Vegetação/uso do solo (PVUS), Distância da área agropecuária a Água (PDAG-3), Distância da área agropecuária a rede viária (PDVI), Distância da área ao centro consumidor agropecuário (PDCC-2), Retorno Social Agropecuário (PRESO-2), Valor da terra (PVAT), Vulnerabilidade Natural a Perda de Solos (PVULNAT) e finalmente Unidades de Conservação de Proteção Integral presentes (PUCPI).

Na Tabela 23 e na Figura 71 é ilustrado o PSOLOS (critério padronizado solos) com cinco classes de potencialidades. Considerando a maturidade e o nível de desenvolvimento dos solos, a classe que apresentou maior potencialidade para realização de atividades relacionadas com setor agropecuário foi a 4 (Alta Potencialidade) com 58,71% (108.069,61 hectares). Nesta classe são encontrados os Latossolos que de acordo com Crepani *et al.* (2001) são solos bem desenvolvidos, com grande profundidade e porosidade sendo, portanto, considerados os solos cujos materiais são os mais decompostos.

Estes solos apresentam baixa fertilidade natural, pois não possuem reserva de nutrientes. Porém, ao avaliar a realidade Amazônica, onde predominam estes cenários de solos ácidos e com baixa fertilidade natural, este não chega a um fator limitante para a realização de atividades de agropecuária. A classe 3 (Média Potencialidade) composta por solos do tipo Podzólico Vermelho Amarelo que, de acordo com a nova nomenclatura da EMBRAPA (1999b), corresponde aos Argissolos ocupa 36,31% (66.837,88%) da área.

A classe 2 (Baixa potencialidade) corresponde a 2,38% (4.403,35) da área, esta classe é representada pelos Gleissolos e solos Hidromórficos. Estes solos apesar de apresentarem maior fertilidade natural quando comparados aos Latossolos e aos Argissolos possuem uma limitação significativa por estarem situados em lugares de alta declividade o que

favorece os processos erosivos, neste sentido, estes solos não podem ser utilizados para realização de atividades Agropecuárias.

Na Tabela 24 e na Figura 72 está ilustrado o PDECL (critério padronizado declividade contínua) com as cinco classes de potencialidade. As classes de potencialidade 1 (Muito Baixa) e 2 (Baixa) representam respectivamente 27,46% (50.546,20 hectares) e 8,01 (14.747,09 hectares). A soma destas duas classes representa 65.293,29 hectares onde é impossível realizar atividades Agropecuárias pelo fato de estas áreas apresentarem relevo fortemente ondulado a montanhoso. A classe 3 (Média Potencialidade) corresponde ao relevo ondulado, predomina na área e ocupa 30,24% da área (55.657,53 hectares). As classes 5 (Muito Alta Potencialidade) e 4 (Alta Potencialidade) apresentam respectivamente relevo plano e levemente ondulado, ocupam 12,57% (23.152,01 hectares) e 19,13% (35.208,01 hectares). Quando somadas estas duas classes representam uma área total de 58.360,02 hectares o que corresponde a 31,70% da área com potencial para realização de atividades de Agropecuária.

Na Figura 73 e na Tabela 25 encontra-se o PVUS (critério padronizado vegetação e uso do solo) com as suas cinco classes de potencialidade. Predominou na área de estudo a classe 1 (Muito Baixa Potencialidade), a qual representou 60,06% (110.549,81 hectares). Nesta classe estão inseridas as áreas cobertas por Floresta Ombrófila Densa, portanto, atualmente não apresenta qualquer tipo de potencialidade para realização de atividades relacionadas com agropecuária, uma vez que seria necessária a remoção desta cobertura florestal para instalação de culturas perenes e/ou anuais. A classe 5 (Muito Alta Potencialidade) juntamente com a classe 4 (Alta Potencialidade) correspondem respectivamente a 15,56% (30.462,07 hectares) e 9,94% (18.296,56 hectares), a somatória destas duas classes corresponde a 48.758,63 hectares da área de estudo com potencialidade para realização de atividades de agropecuária.

A classe 3 (Média Potencialidade) ocupa 2,89% da área da bacia, já a classe 2 (Baixa Potencialidade) ocupa aproximadamente 14.294,38 hectares.

Tabela 23. Classes de potencialidade para o objetivo agropecuário, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado solos (PSOLOS), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	-----	-----
4 – ALTA	108.069,61	58,71
3 – MÉDIA	66.837,88	36,31
2 – BAIXA	4.403,35	2,38
1 - MUITO BAIXA	-----	-----
TOTAL	179.310,84	97,40

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

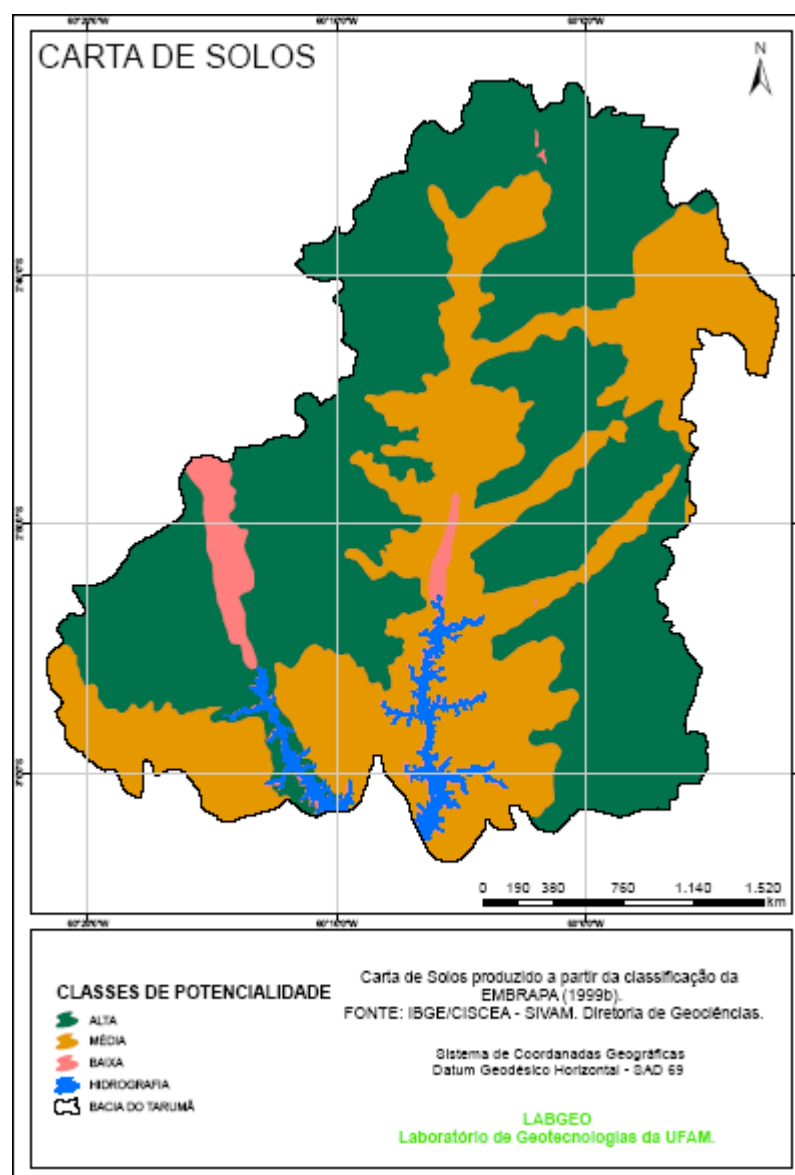


Figura 71. Carta do critério padronizado PSOLOS para o objetivo agropecuário com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 24. Classes de potencialidade para o objetivo agropecuário, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado declividade contínua (PDECL), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	23.152,01	12,57
4 – ALTA	35.208,01	19,13
3 – MÉDIA	55.657,53	30,24
2 – BAIXA	14.747,09	8,01
1 - MUITO BAIXA	50.546,20	27,46
TOTAL	179.310,84	97,40

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

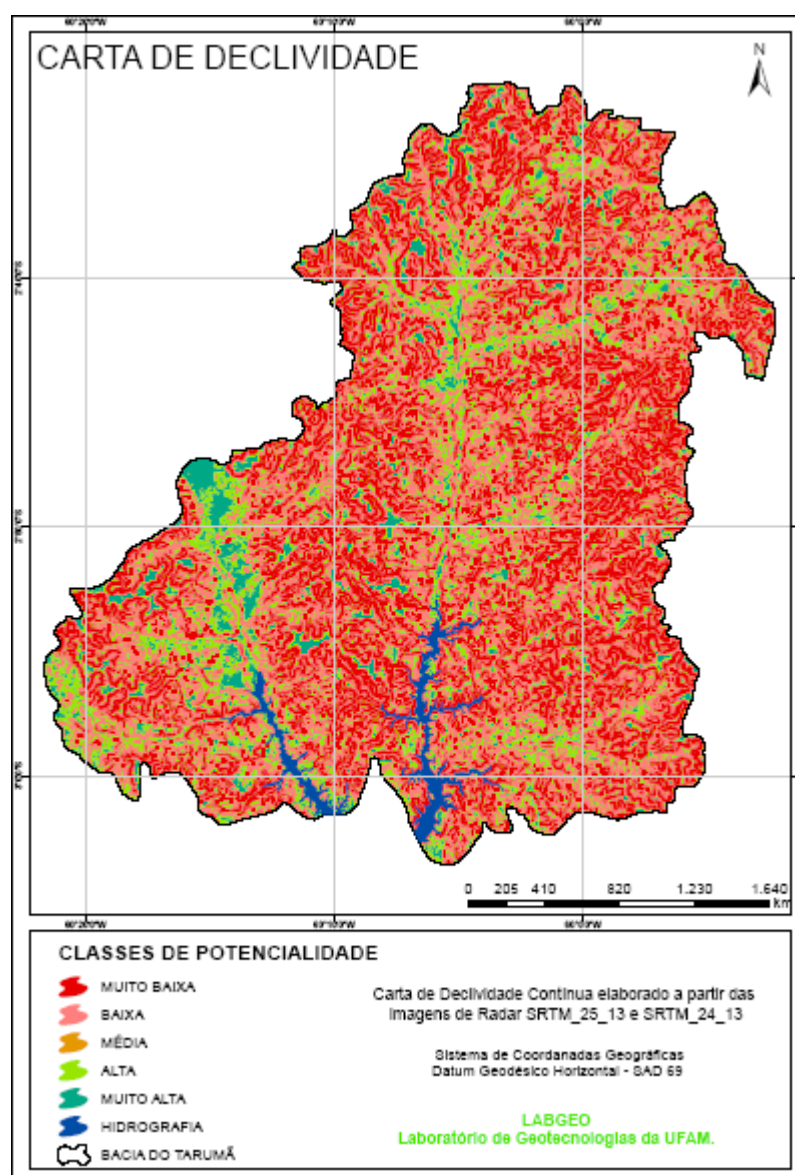


Figura 72. Carta do critério declividade contínua PDECL para o objetivo agropecuário com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 25. Classes de potencialidade para o objetivo agropecuário, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado vegetação / uso e cobertura do solo (PVUS), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	110.549,81	60,06
4 – ALTA	14.294,38	7,76
3 – MÉDIA	5.310,24	2,89
2 – BAIXA	30.462,07	16,56
1 - MUITO BAIXA	18.296,56	9,94
TOTAL	179.310,84	97,21

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água e 0,21% corresponde à rede viária.

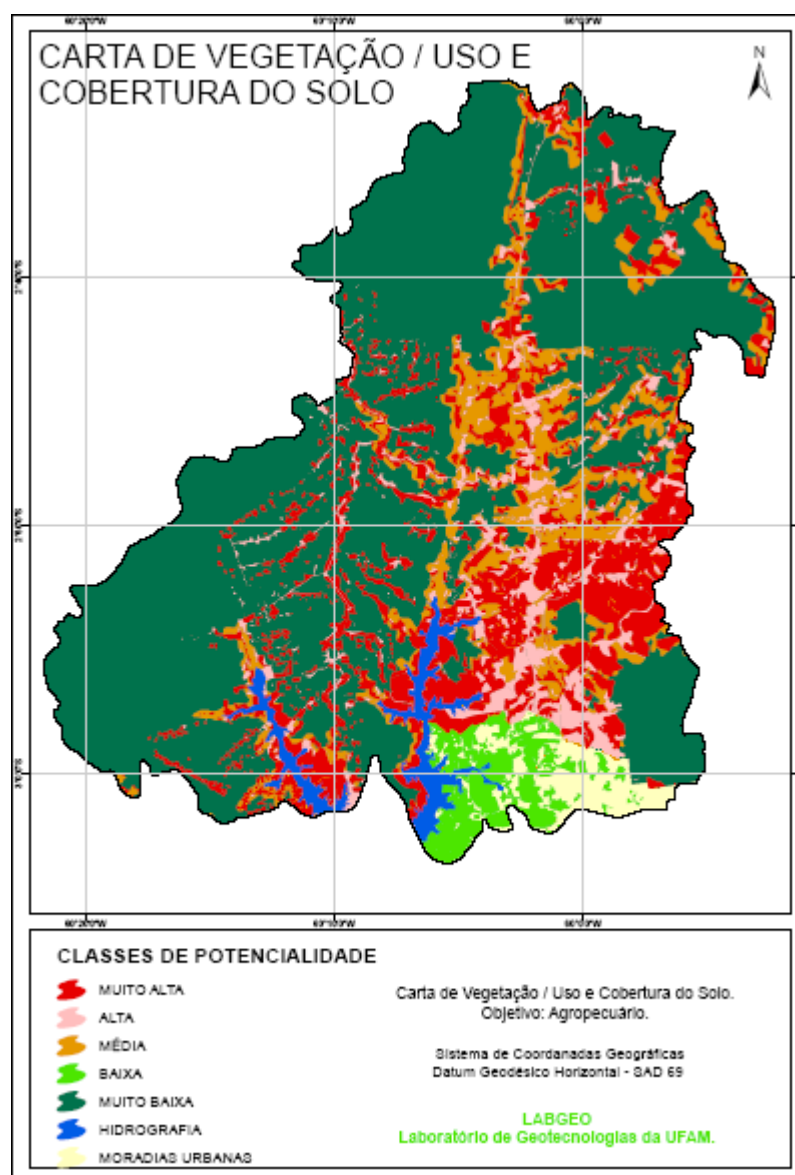


Figura 73. Carta do critério vegetação / uso e cobertura PVUS para o objetivo agropecuário com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Na Tabela 26 e na Figura 74 está ilustrado o PDAG3 (critério padronizado distância da área à água) com cinco classes de potencialidade. Considerando a distância da área à água, a potencialidade agropecuária para a bacia hidrográfica estudada apresentou predominância da classe 4 (Alta Potencialidade), a qual representa 27,95% (51.446,80 hectares), somando-se a esta, a classe 5 (Muito Alta Potencialidade) e a classe 3 (Média Potencialidade), que correspondem respectivamente a 3,09% (6.592,05 hectares) e 22,01% (44.506,38 hectares) este percentual aumentou para 53,05% (97.645,23 hectares).

O percentual acima representa uma distância mínima da área à água de 250 metros, assim torna-se possível realizar atividades de agropecuária sem que ocorra o assoreamento dos igarapés, uma vez que esta sendo deixada uma área de proteção acima de 250 metros. Áreas com alta potencialidade possuem uma distância mínima de 400 metros. Já as classes de potencialidade 2 (Baixa, de 120 a 250 metros) e 1 (Muito Baixa, de 0 a 120 metros), correspondem respectivamente a 22,43% (41.286,67 hectares) e 21,94% (40.378,94 hectares). Estas classes, conjuntamente, correspondem a 44,37% o que significa que da área total da bacia hidrográfica 81.665,61 hectares apresentam baixa potencialidade para realização de atividades agropecuárias por estarem localizados a uma distância menor que 250 metros das margens dos igarapés, portanto foram considerados como Área de Proteção.

Na Tabela 27 e na Figura 75 se encontra o PDVI (critério padronizado distância da área à rede viária) com as cinco classes de potencialidade. Considerando a rede viária, a potencialidade agropecuária para a bacia em estudo apresentou predominância nas classes 1 e 2, representando respectivamente, as classes de Potencialidade Muito Baixa e Baixa. Excluindo a rede hidrográfica, estas classes corresponderam, respectivamente, à 47,13% (86.737,09 hectares) e 22,25% (40.947,91 hectares) e conjuntamente, representaram 69,38% (127.685,00 hectares) da Bacia Hidrográfica do Tarumã.

Com base nestas informações, observou-se que a rede viária existente oferece baixas condições para o objetivo agropecuário, devido à predominância das classes descritas acima. A classe 3 (Média Potencialidade) correspondeu a 7,45% (13.717,92 hectares). Já as classes 5 (Muito Alta Potencialidade) e 4 (alta Potencialidade) corresponderam respectivamente a 12,60% (23.196,02 hectares) e 7,99% (14.711,88 hectares), somadas estas três classes correspondem a 51.625,82 hectares, isto significa que 28,04% da Bacia do Tarumã apresentam-se com potencial para realização de atividades relacionadas com agropecuária, levando em consideração o critério Rede Viária.

Na Tabela 28 e na Figura 76 é apresentado o PDCC2 (critério padronizado da distância da área ao centro consumidor agropecuário) com as suas cinco classes de potencialidade. Considerando a distância ao centro consumidor agropecuário, a potencialidade para o objetivo agropecuária apresentou predominância da classe 5, representando a situação de Muito Alta Potencialidade que correspondeu a 71,25% (131.140,33 hectares). A classe 4 (Alta Potencialidade) correspondeu a uma área de 41.499,79 hectares o que representa 22,55% da Bacia do Tarumã.

Para este critério, apenas duas classes foram detectadas e juntas corresponderam à 93,80% (172.640,12 hectares) da bacia. Isto ocorreu devido a distância de qualquer ponto da Bacia ao centro consumidor, não ter sido superior a 60 km, pois este valor representa o limite máximo da classe 4. Esta situação confirma a potencialidade para o objetivo agropecuário, quando considerada a distância ao centro consumidor. O centro consumidor a que se refere este objetivo é a área urbana da cidade de Manaus compreendida pelas zonas norte e oeste e corresponde a uma área de 11.404,19, ou seja, 6,20%.

Na Tabela 29 e na Figura 77 é encontrado PRESO2 (critério padronizado retorno social agropecuário) com cinco classes de potencialidades. Considerando o retorno social do objetivo agropecuário baseado na renda salarial, a potencialidade apresentou predominância da

Tabela 26. Classes de potencialidade para o objetivo agropecuário, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério distância da área a água PDAG-3, Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	6.592,05	3,09
4 – ALTA	51.446,80	27,95
3 - MÉDIA	40.506,38	22,01
2 - BAIXA	41.286,67	22,43
1 - MUITO BAIXA	40.378,94	21,94
TOTAL	179.310,84	97,40

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

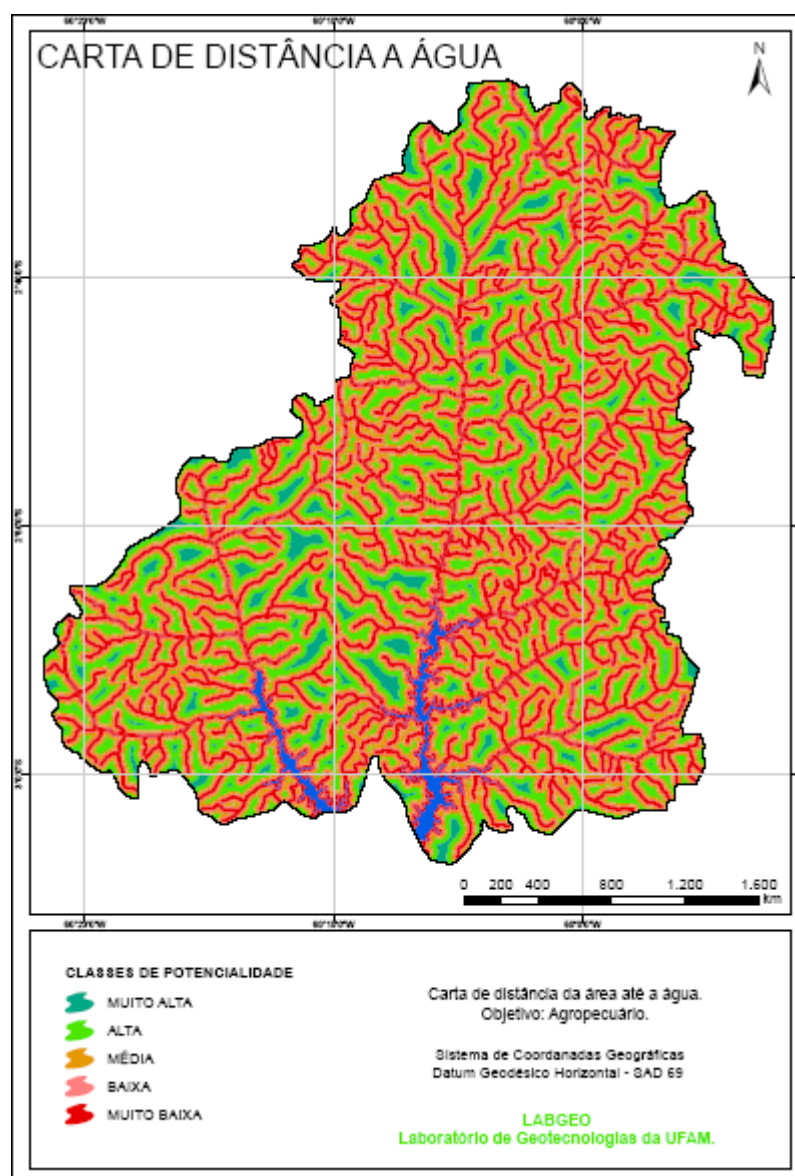


Figura 74. Carta do critério distância da área a água PDAG-3 para o objetivo agropecuária com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 27. Classes de potencialidade para o objetivo agropecuário, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado distância a rede viária (PDVI), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	23.196,02	12,60
4 – ALTA	14.711,88	7,99
3 - MÉDIA	13.717,92	7,45
2 - BAIXA	40.947,91	22,25
1 - MUITO BAIXA	86.737,09	47,13
TOTAL	179.310,82	97,43

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

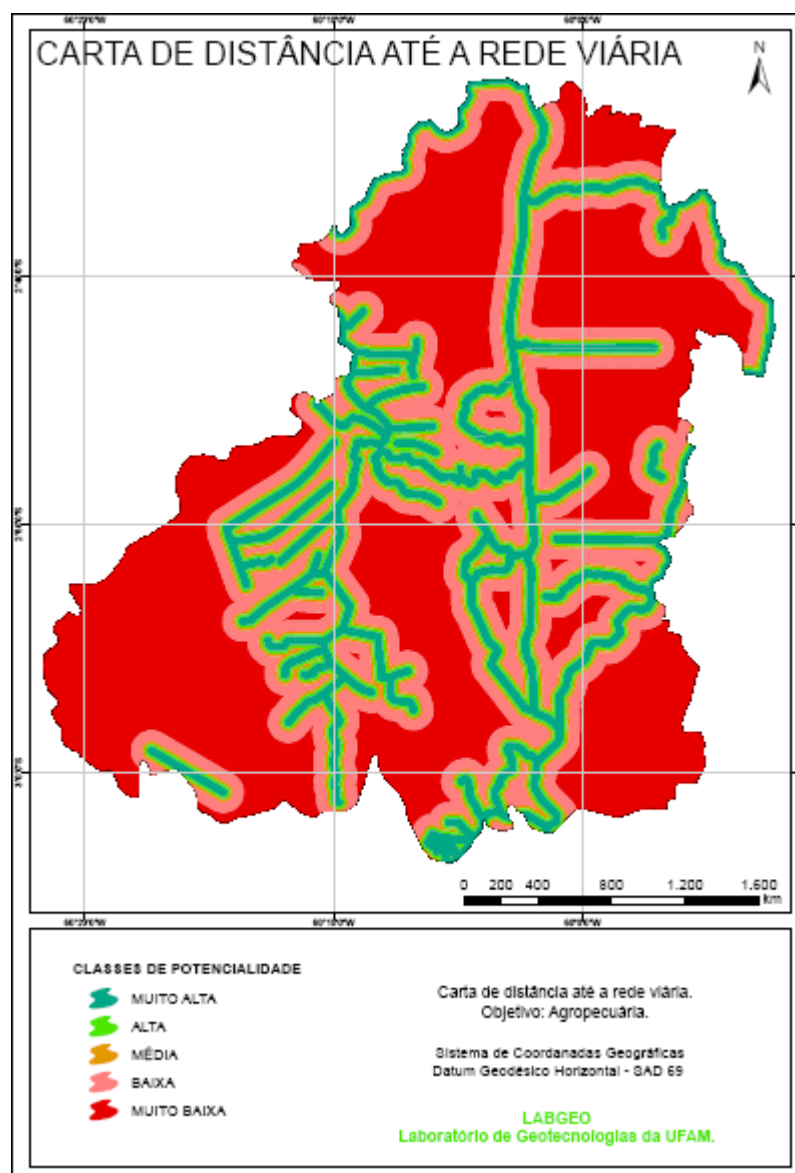


Figura 75. Carta do critério distância a rede viária PDVI para o objetivo agropecuário com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 28. Classes de potencialidade para o objetivo agropecuário, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério distância da área ao centro consumidor (PDCC2), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	131.140,33	71,25
4 – ALTA	41.499,79	22,55
3 - MÉDIA	-----	-----
2 - BAIXA	-----	-----
1 - MUITO BAIXA	-----	-----
TOTAL	172.640,12	93,80

* Nota: O Centro Consumidor (Zonas Norte e Oeste de Manaus) ocupa uma área correspondente a 11.404,19 hectares (6,20%) da bacia hidrográfica.

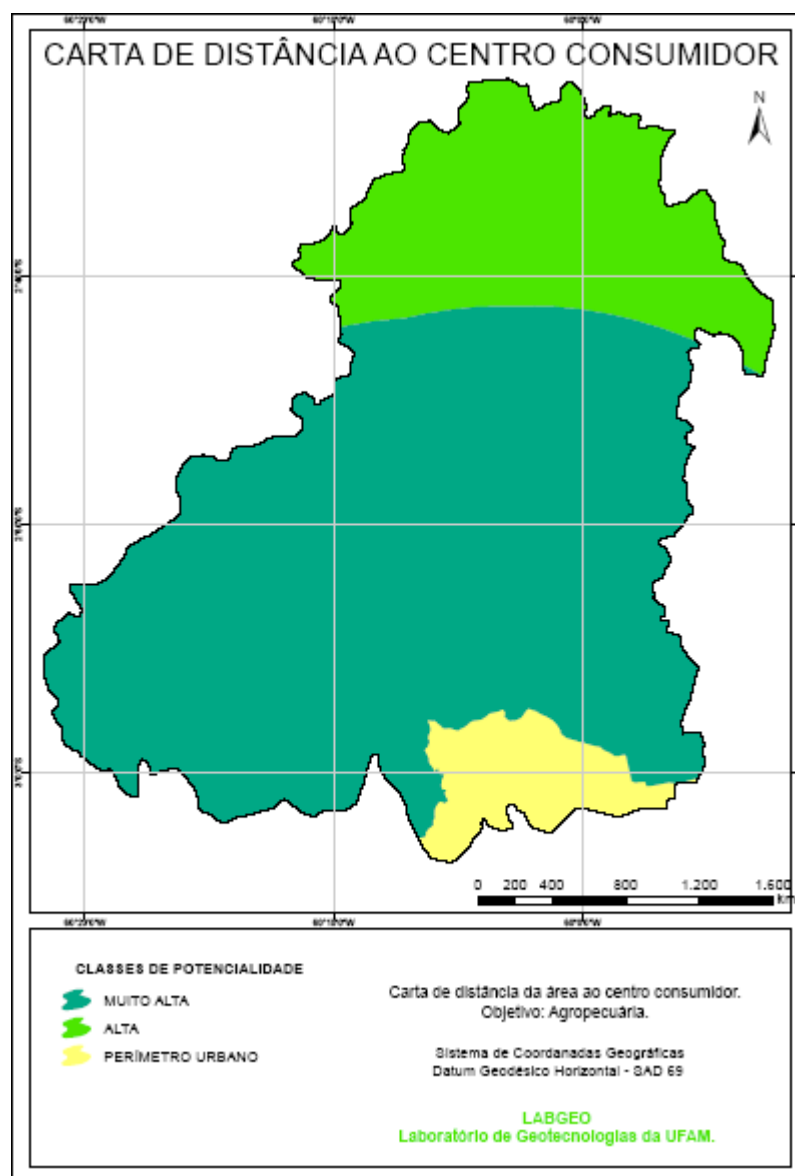


Figura 76. Carta do critério distância ao centro consumidor PDCC2 para o objetivo agropecuário com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 29. Classes de potencialidade para o objetivo agropecuário, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério retorno social (PRESO2), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	-----	-----
4 – ALTA	-----	-----
3 - MÉDIA	43.503,62	23,64
2 - BAIXA	14.295,36	7,77
1 - MUITO BAIXA	115.862,36	62,95
TOTAL	173.661,34	94,36

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água e 0,21% corresponde à rede viária.

** A área localizada no perímetro urbano de Manaus não foi contabilizada nesta avaliação.

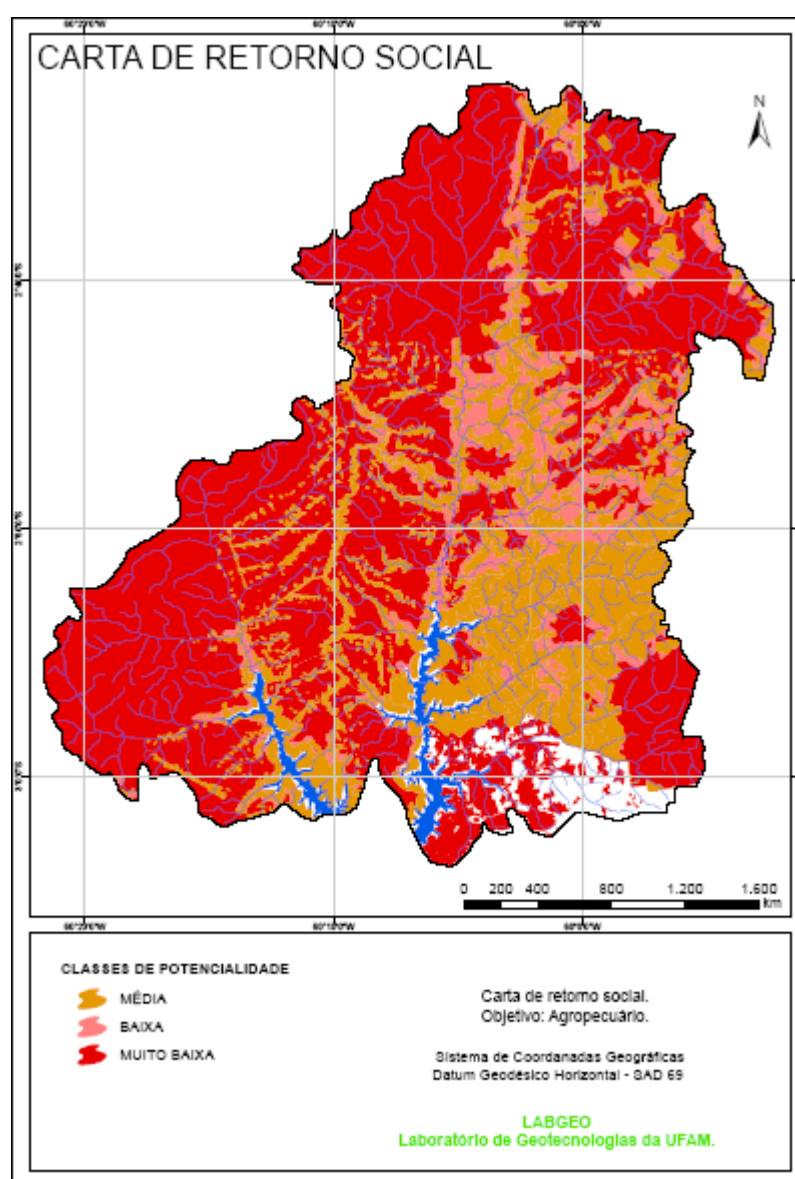


Figura 77. Carta do critério retorno social florestal PRESO-2 para o objetivo agropecuário com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

classe 1 onde a renda média corresponde a menos de um salário mínimo, representando a situação de muito baixa potencialidade. Este cenário foi observado em 62,95% (115.862,36 hectares) da área de estudo. A classe 2 (Baixa Potencialidade) representou 7,77% (14.295,36 hectares), somadas as classe 1 e 2 obteve-se uma área de 130.157,72 hectares o que representou 70,72% da área sem potencialidade para realização de atividades relacionadas com agropecuária pelo baixo retorno salarial obtido.

A classe 3 (Média Potencialidade) ocupou uma área de 43.503,62 hectares, o que correspondeu a 23,64% da área que quando submetida a atividades de agropecuária apresenta médio potencial em termos de retorno salarial variando entre 2 a 3 salários. De forma generalizada, a área apresentou potencialidade baixa quando avaliado o critério retorno social.

Na Tabela 30 e na Figura 78 é ilustrado o PVAT (critério padronizado valor da terra) com cinco classes de potencialidades. Neste critério não foram inseridas as áreas com presença de Floresta Ombrófila Densa. Considerando o valor da terra, a potencialidade agropecuária apresentou predominância da classe 5 (Muito Alta Potencialidade) que ocupa uma área total de 30.462,97 hectares, o que corresponde a 16,55% da Bacia Hidrográfica. Compõem esta classe, principalmente, as áreas com presença de capoeiras em estágio inicial de sucessão facilmente recuperadas e áreas com presença de lavouras cultivadas com plantios diversos.

A classe 3 (Média Potencialidade) ocupou uma área de 14.295,36 hectares o que representa 7,77% da área total da Bacia. Já a classe 1 (Muito Baixa Potencialidade) composta principalmente de áreas com solos expostos, com sinais de degradação e sem qualquer tipo de cobertura vegetal ocuparam uma área de 13.040,65 hectares o que corresponde 7,09%. Estas áreas, do ponto de vista econômico não devem ser utilizadas para o objetivo agropecuário, por representarem as áreas ocupadas com as classes de potencialidade muito baixa, a menos que seja realizado um trabalho intensivo de recuperação para que estas áreas possam compor classes de melhor aptidão.

Na Tabela 31 e na Figura 79 se encontra o PUCPI (critério padronizado unidades de conservação de proteção integral). Para este critério partiu-se do princípio de que o objetivo básico deste grupo de unidades de conservação é preservar a natureza, portanto é admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais. Desta forma foi realizada a seguinte avaliação: as áreas localizadas dentro de unidades de conservação de proteção integral foram consideradas como não potenciais para realização de atividades relacionadas ao setor agropecuário, principalmente porque um dos requisitos para formação de áreas agricultáveis é a remoção da cobertura vegetal existente. Já as áreas localizadas fora de unidades de conservação de proteção integral foram consideradas potenciais para realização de atividades florestais. Assim, 13,02% (23.980,88 hectares) estão inseridos na classe 1 (Muito Baixa Potencialidade), portanto, nestas áreas é impossível realização de atividades relacionadas com agropecuária.

Na Tabela 32 e na Figura 80 está ilustrada a Vulnerabilidade Natural a Perda de Solos com as suas cinco classes de Vulnerabilidade. A classe de vulnerabilidade que predominou foi a 5 (Muito Alta Vulnerabilidade), com 39,03% (71.826,46 hectares). Nesta classe estão inseridas áreas com relevo montanhoso, áreas próximas aos recursos hídricos e também áreas com presença de solo exposto, ou seja, sem cobertura vegetal.

A classe 4 (Alta Vulnerabilidade) correspondeu a 28,78% (52.968,05 hectares), nela são encontrados solos jovens e pouco desenvolvidos como os Gleissolos, o local apresenta relevo fortemente ondulado (20 a 45% de declividade), a cobertura vegetal predominante é pastagem natural e capoeiras no estágio inicial de sucessão além da distância aos corpos d'água ser entre 80 e 300 metros. A classe 3 (Média Vulnerabilidade) representou 3,99% (7.349,33 hectares), os solos destas áreas apresentam média profundidade, são mediantemente estáveis e intemperizados; o local apresenta topografia ondulada (8 a 20% de declividade); a cobertura vegetal é Campo aberto ou natural, a distância aos corpos d'água varia entre 300 e 400 metros.

As classes 1 (Muito Baixa Vulnerabilidade) e 2 (Baixa Vulnerabilidade) correspondem respectivamente a 23,99% (44.150,43 hectares) e 1,64%

Tabela 30. Classes de potencialidade para o objetivo agropecuário, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério valor da terra (PVAT), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	30.462,97	16,55
4 – ALTA	-----	-----
3 - MÉDIA	14.295,36	7,77
2 - BAIXA	-----	-----
1 - MUITO BAIXA	13.040,65	7,09
TOTAL	57.798,98	31,40

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água e 0,21% corresponde à rede viária.

** O centro consumidor representa 6,20% da área.

*** Não foram contabilizadas áreas com presença de floresta.

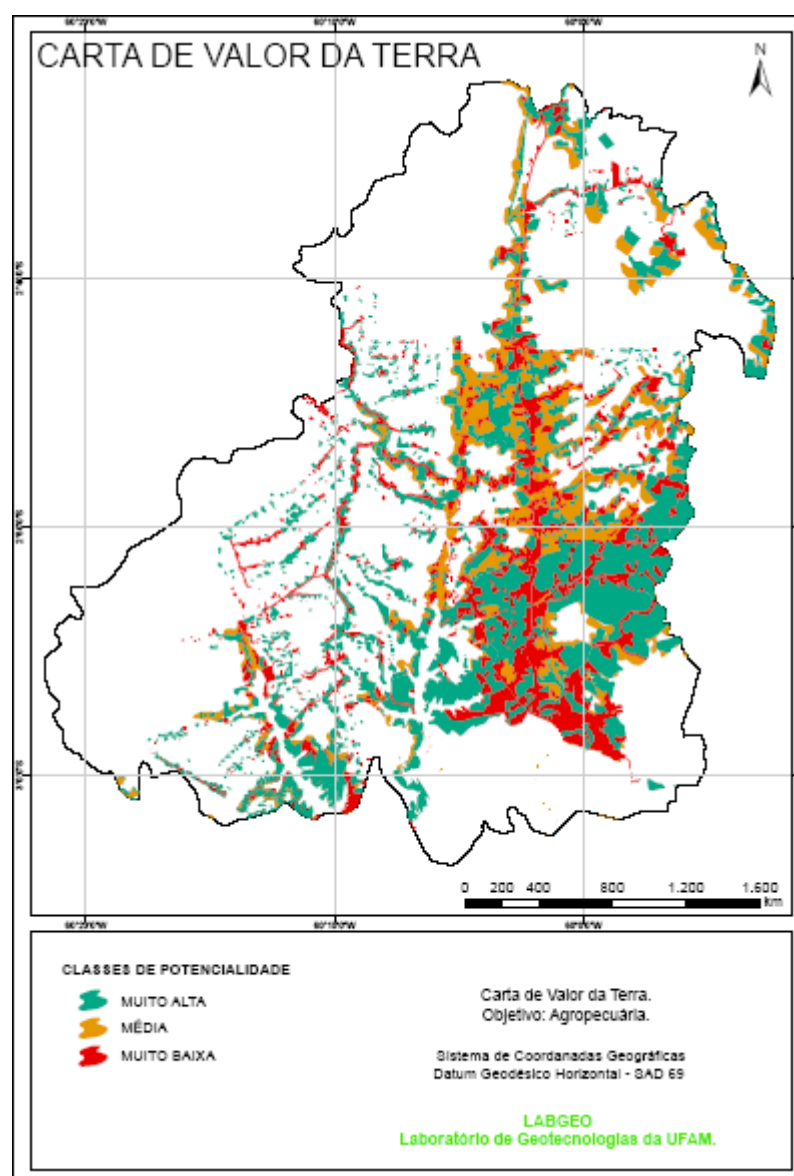


Figura 78. Carta do critério valor da terra PVAT para o objetivo agropecuário com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 31. Classes de potencialidade para o objetivo agropecuário, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério Unidades de Conservação de proteção Integral PUCPI, Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	-----	-----
4 – ALTA	-----	-----
3 - MÉDIA	-----	-----
2 - BAIXA	-----	-----
1 - MUITO BAIXA	23.980,88	13,03
TOTAL	23.980,88	13,03

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

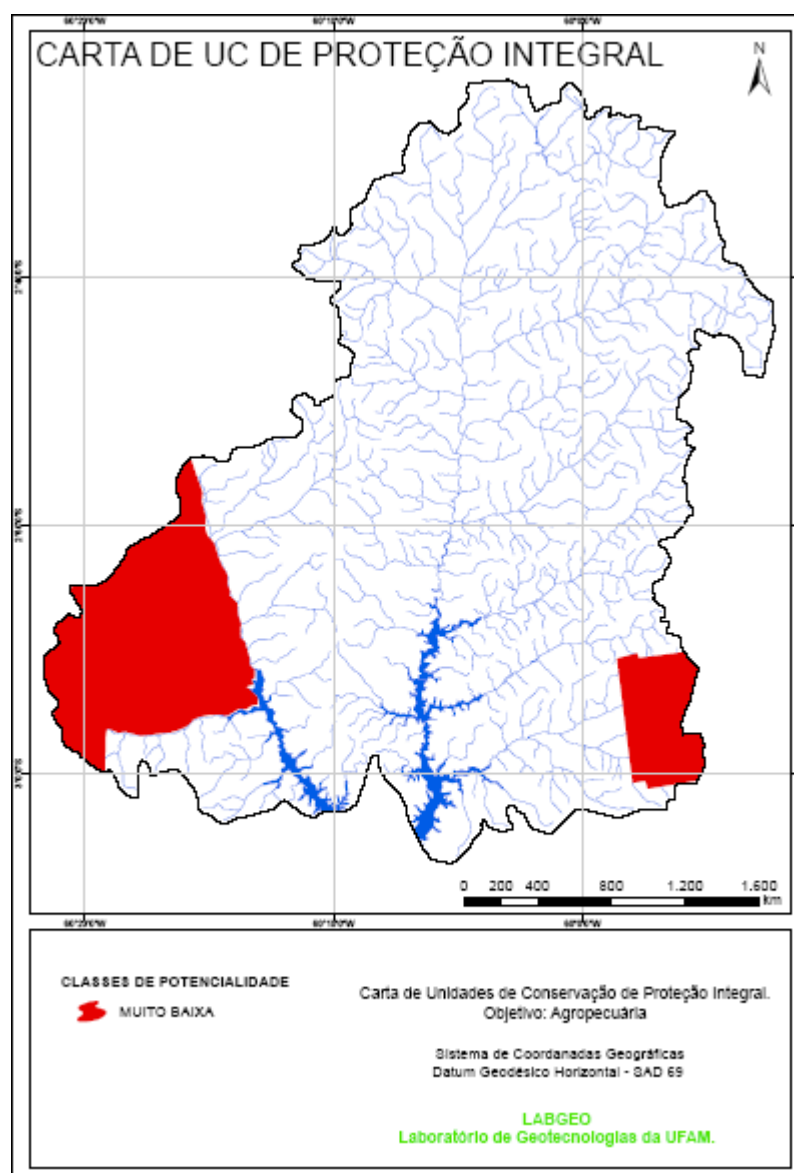


Figura 79. Carta do critério Unidades de Conservação de Proteção Integral PUCPI para o objetivo agropecuário com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 32. Ocupação das classes de vulnerabilidade natural a perda de solos para o objetivo agropecuário, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	71.826,43	39,03
4 – ALTA	52.968,05	28,78
3 - MÉDIA	7.349,33	3,99
2 - BAIXA	3.016,60	1,64
1 - MUITO BAIXA	44.150,43	23,99
TOTAL	179.310,84	97,43

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

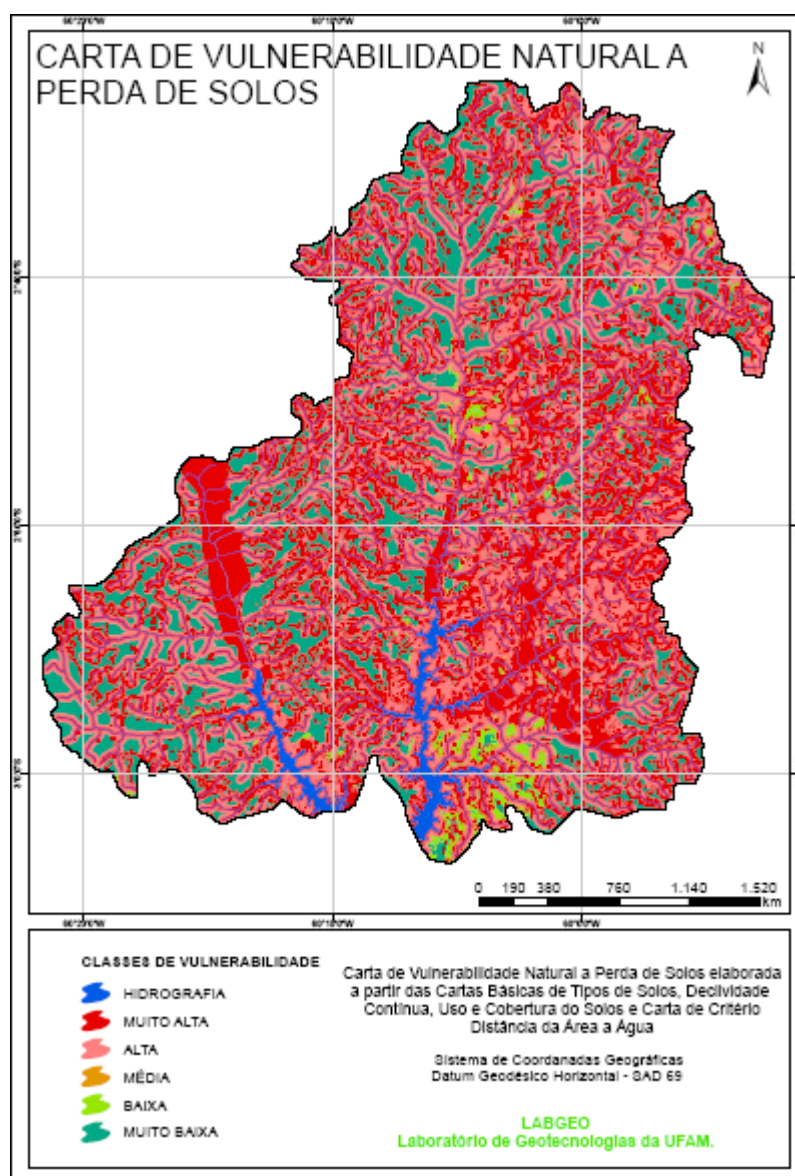


Figura 80. Carta de classes de vulnerabilidade natural a perda de solos para o objetivo agropecuário para a Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus - AM.

(3.016,60 hectares). Estas áreas são as mais indicadas para implantação de atividades produtivas relacionadas com agropecuária por apresentarem solos maduros e desenvolvidos, conseqüentemente mais estáveis; relevo não ultrapassando 8% de declividade; a distância da área estudada aos corpos d'água é superior a 400 metros, conseqüentemente os riscos de erosão, assoreamento de corpos d'água, deslizamentos e alagamentos são reduzidos.

A determinação da Potencialidade Agropecuária Final para a Bacia Hidrográfica do Tarumã baseou-se na combinação dos dez critérios discutidos anteriormente como (PSOLOS), (PDECL), (PVUS), (PDVI), (PDCC2), (PRESO2), (PVAT), (PDAG3), (VULNAT) e (PUCPI). A Tabela 33 e a Figura 85 mostram o Potencial Agropecuário Final com as suas cinco classes de potencialidade. A classe que predominou foi a 1 (Muito Baixa Potencialidade), com 83,44% (153.574,73 hectares). Existem alguns indicadores de potencialidade para atividades relacionadas com agropecuária, como por exemplo, a proximidade da área com o centro consumidor e a presença de solos estáveis e maduros. Porém, o que prevalece são situações de baixa potencialidade como áreas com topografia acidentada, predominância de Floresta Ombrófila Densa como cobertura vegetal, distância da área a água acima de 800 metros, distância a rede viária acima de 1.500 metros, retorno social abaixo de um salário mínimo e terra com poucas ou nenhuma benfeitoria para sua valorização. Estes critérios somados fazem com que a potencialidade da área para realização de agropecuária seja praticamente nula. As classes 2 (Baixa Potencialidade), 4 (Alta Potencialidade) e 5 (Muito Alta Potencialidade) apresentaram valores nulos. A classe 3 (Média Potencialidade) correspondeu a 13,98% (25.736,11 hectares) e nela poderão ser realizadas atividades de agropecuária.

Tabela 33. Ocupação das classes de potencialidade agropecuária final, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando a combinação dos critérios padronizados (PSOLOS), (PDECL), (PVUS), (PDVI), (PDCC2), (PRESO2), (PVAT), (PDAG3), (VULNAT) e (PUCPI), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	-----	-----
4 – ALTA	-----	-----
3 - MÉDIA	25.736,11	13,98
2 - BAIXA	-----	-----
1 - MUITO BAIXA	153.574,73	83,44
TOTAL	179.310,84	97,42

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

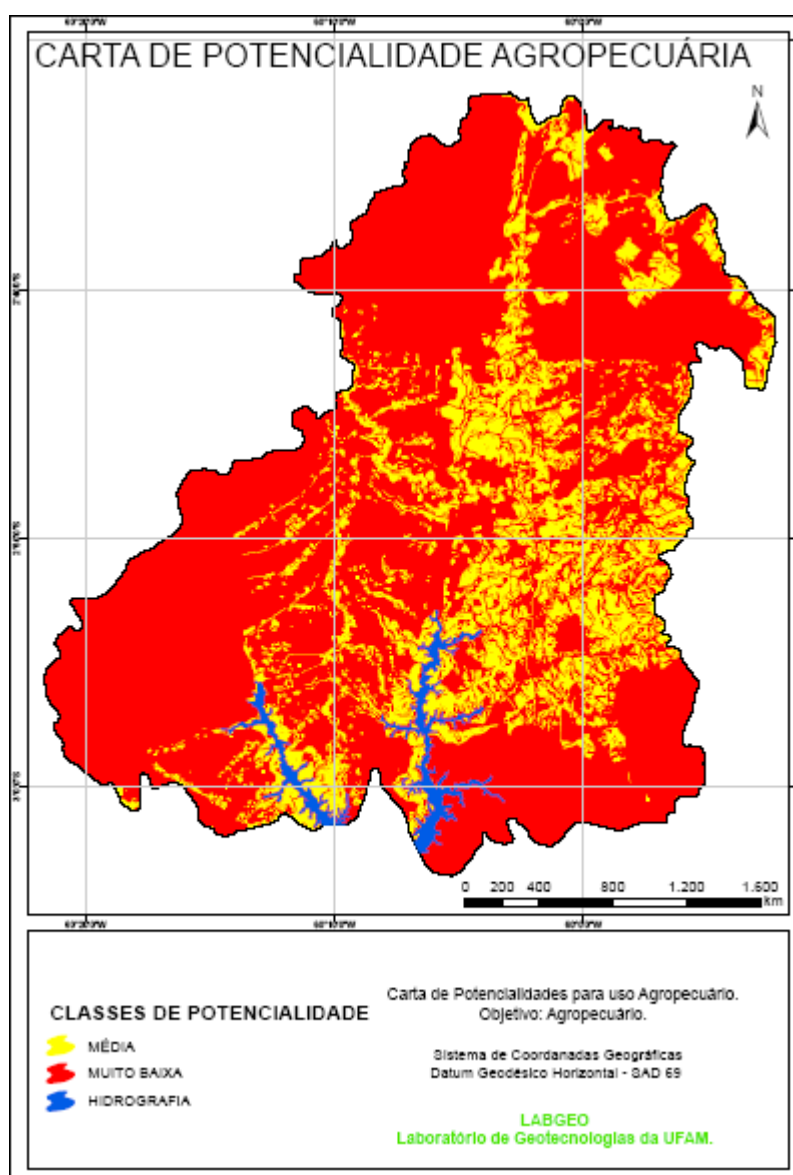


Figura 81. Carta de classes de potencialidade para o objetivo agropecuário após a combinação dos critérios padronizados para a Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus - AM.

5.3.3.4 AVALIAÇÃO DA POTENCIALIDADE DE RECREAÇÃO E TURISMO

Para a determinação da potencialidade da área de estudo para ser utilizada para fins de recreação e turismo ecológico foram utilizados os seguintes critérios padronizados: Solos (PSOLOS), Declividade Contínua (PDECL), Vegetação/uso do solo (PVUS), Distância da área de recreação e turismo a Água (PDAG-4), Distância da área ao centro consumidor de recreação e turismo (PDCC-3), Retorno Social de Recreação e Turismo (PRESO-3), Paisagem Cênica (PPAI), Vulnerabilidade Natural a Perda de Solos (PVULNAT) e finalmente Unidades de Conservação de Proteção Integral presentes (PUCPI).

Na Tabela 34 e na Figura 82 está ilustrado o PSOLOS (critério padronizado solos) com cinco classes de potencialidade. Considerando a maturidade e o nível de desenvolvimento dos solos, a potencialidade da Bacia para o objetivo de recreação e turismo apresentou predominância da classe 4 que corresponde a Alta Potencialidade para uso de recreação e turismo, sendo representada pelos Latossolos Amarelo que ocupam 58,71% da área o que corresponde a 108.069,61 hectares.

A classe 3 (Média Potencialidade) foi representada pelo Podzólico Vermelho Amarelo que, de acordo com a nova nomenclatura da EMBRAPA (1999b), corresponde aos Argissolos. Esta classe de solos é encontrada em uma área de 66.837,88 hectares o que corresponde a 36,31% da área total. Na área de estudo também foram encontrados os Gleissolos e solos Hidromórficos com ocupam uma área de 4.403,35 hectares (2,38%) e correspondem a classe 2 de Baixa Potencialidade para o objetivo de recreação e turismo. Estes solos são jovens e pouco desenvolvidos e um dos fatores limitantes é o fato de poderem estar situados em lugares de alta declividade o que favorece os processos erosivos, neste sentido, implantação de trilhas para visitação iria contribuir acelerando este processo.

Na Tabela 35 e na Figura 83 está ilustrado o PDECL (critério padronizado declividade contínua) com as cinco classes de potencialidade. As classes de potencialidade 1 (Muito Baixa) e 2 (Baixa) representam respectivamente 27,46% (50.546,20 hectares) e 8,01 (14.747,09 hectares).

Estas áreas não são potenciais para o objetivo de recreação e turismo por apresentarem relevo fortemente ondulado a montanhoso, isso significa que em 35,47% da área, ou seja, em 65.293,29 hectares é extremamente difícil realizar atividades de recreação e turismo.

A classe 3 (Média Potencialidade) corresponde ao relevo ondulado, predomina na área e ocupa 30,24% da área (55.657,53 hectares). Esta classe quando somada as classes 5 (Muito Alta Potencialidade) e 4 (Alta Potencialidade) que apresentam relevo plano a levemente ondulado e ocupam respectivamente 12,57% (23.152,01 hectares) e 19,13% (35.208,01 hectares) representam uma área total de 114.017,55 hectares o que corresponde a 61,95% da área com potencial para realização de atividades de recreação e turismo ecológico.

Na Figura 84 e na Tabela 36 se encontra o PVUS (critério padronizado vegetação e uso do solo) com suas cinco classes de potencialidade. É extremamente importante conhecer o tipo de vegetação para definir o potencial atrativo para fins de visitação existente na  rea. Neste sentido, predominou na área de estudo a classe 5 (Muito Alta Potencialidade), a qual representou 60,06% (110.549,81 hectares). A cobertura vegetal presente nesta classe   Floresta Ombrófila Densa.

A classe 4 (Alta Potencialidade) cuja vegetação   Campinarana e Floresta Secundária, ocupa 7,76% (14.294,38 hectares), a classe 3 (Média Potencialidade, corresponde a fragmentos florestais urbanos) ocupa uma área de 5.310,24 hectares o que corresponde a 2,89% da área de estudo. Estas três classes (5, 4 e 3) correspondem juntas a 70,71% (130.154,43 hectares) com potencialidade para realização de atividades de turismo e recreação. Por outro lado as classes 1 (Muito Baixa Potencialidade, predominância de solo exposto), 2 (Baixa Potencialidade, predominância de capoeiras e plantios) e, ocupam respectivamente 9,94% (18.294,56 hectares) e 16,56% (30.462,07 hectares). Estas áreas ocupadas com menores densidades de floresta somadas aquelas que apresentam solo exposto, não apresentam potencialidade alguma para realização de atividades de recreação e turismo.

Tabela 34. Classes de potencialidade para o objetivo de recreação e turismo, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tatumã, considerando o critério padronizado solos (PSOLOS), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	-----	-----
4 – ALTA	108.069,61	58,71
3 – MÉDIA	66.837,88	36,31
2 – BAIXA	4.403,35	2,38
1 - MUITO BAIXA	-----	-----
TOTAL	179.310,84	97,40

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

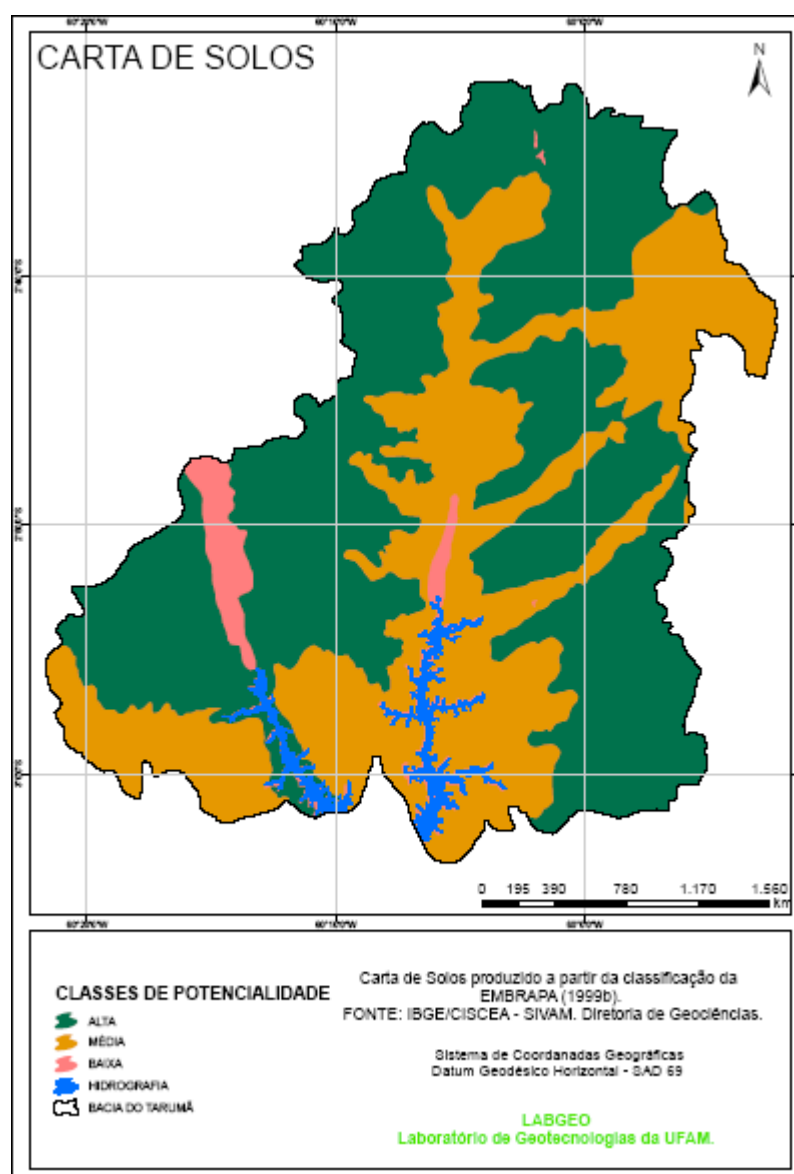


Figura 82. Carta do critério padronizado PSOLOS para o objetivo de recreação e turismo ecológico com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tatumã, Manaus – AM.

Tabela 35. Classes de potencialidade para o objetivo de recreação e turismo, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado declividade contínua (PDECL), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	23.152,01	12,57
4 – ALTA	35.208,01	19,13
3 – MÉDIA	55.657,53	30,24
2 – BAIXA	14.747,09	8,01
1 - MUITO BAIXA	50.546,20	27,46
TOTAL	179.310,84	97,40

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

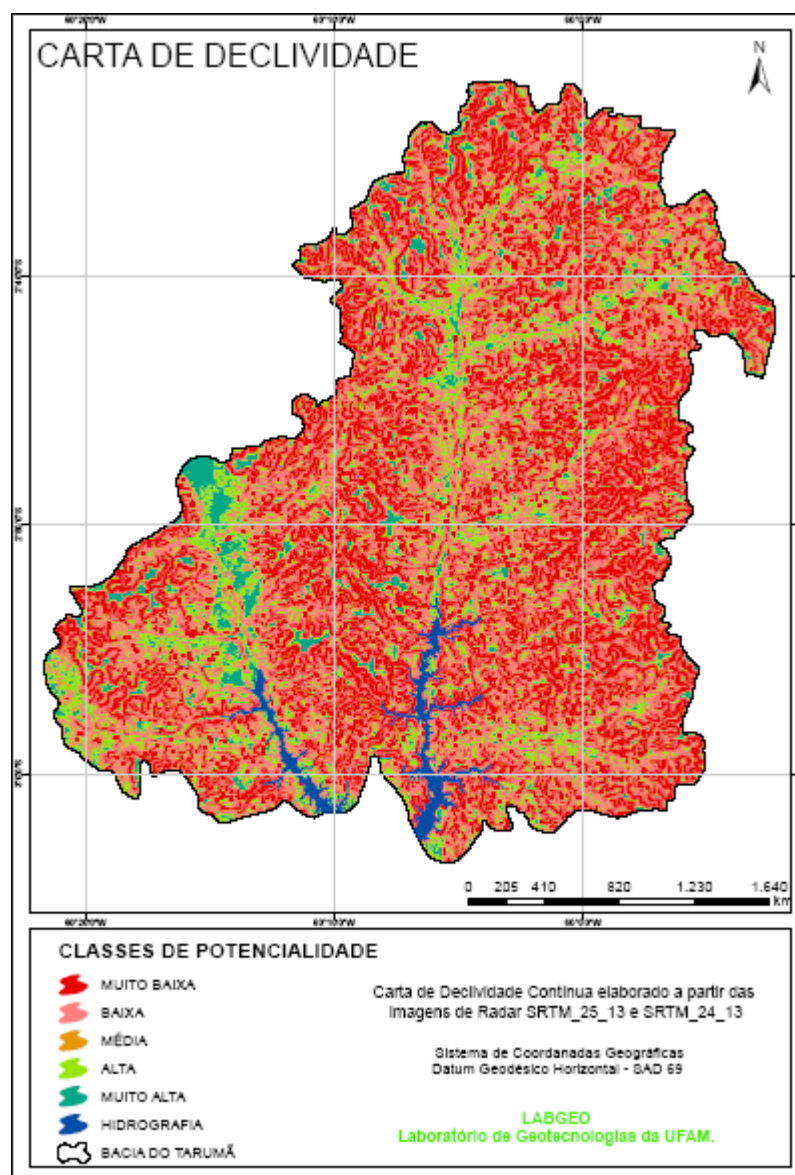


Figura 83. Carta do critério declividade contínua PDECL para o objetivo de recreação e turismo ecológico com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 36. Classes de potencialidade para o objetivo de recreação e turismo, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado vegetação / uso e cobertura do solo (PVUS), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	110.549,81	60,06
4 – ALTA	14.294,38	7,76
3 – MÉDIA	5.310,24	2,89
2 – BAIXA	30.462,07	16,56
1 - MUITO BAIXA	18.296,56	9,94
TOTAL	179.310,84	97,21

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água e 0,21% corresponde à rede viária.

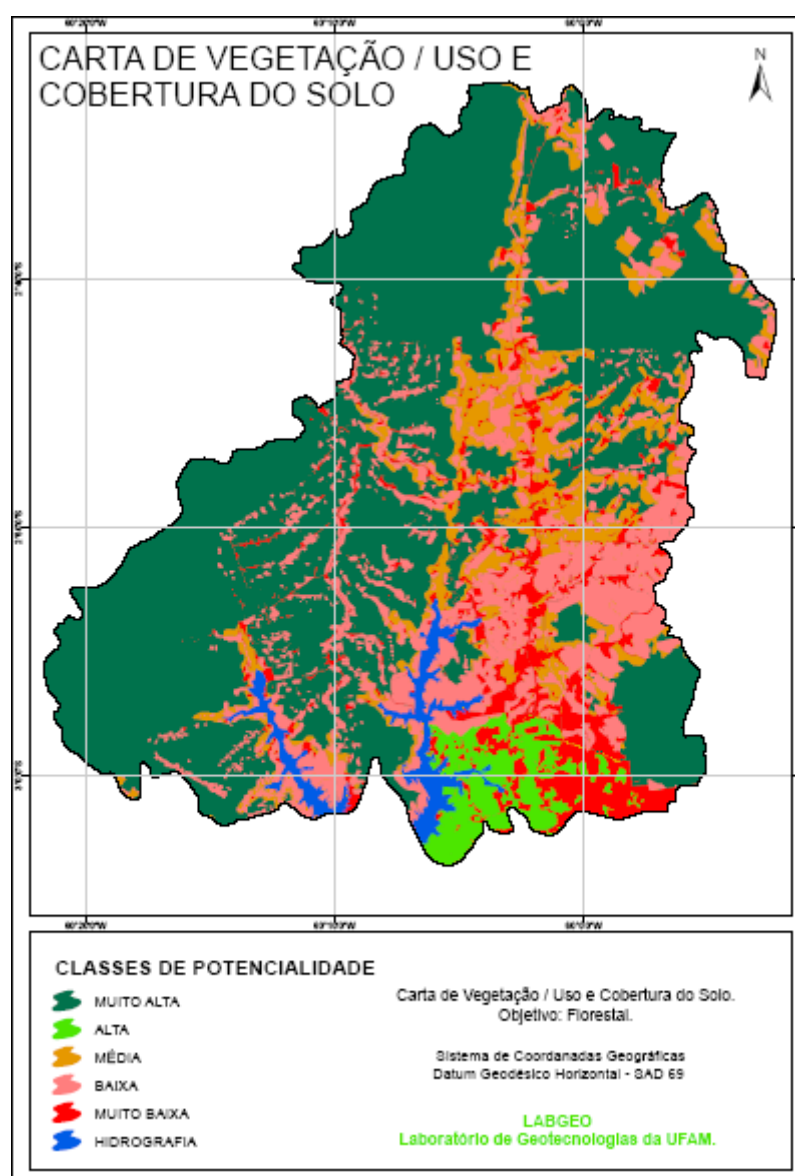


Figura 84. Carta do critério vegetação / uso e cobertura do solo PVUS para o objetivo recreação e turismo com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Na Tabela 37 e na Figura 85 se encontra o PDAG4 (critério padronizado distância da área à água para a recreação e turismo) com as suas cinco classes de potencialidade. Considerando os "buffers" de rios e corpos d'água, a potencialidade da Bacia para a recreação e turismo apresentou predominância da classe 5 (Muito Alta Potencialidade) cuja distância máxima da área até o recurso hídrico não ultrapassa 200 metros. Estas são as áreas de maior interesse para visitação, uma vez que estão localizadas nas proximidades de rios e igarapés. Esta classe correspondeu a 35,98%, ou seja 66.228,17.

A classe 4 (Alta Potencialidade) correspondeu a 16,32% (30.032,56 hectares) e a classe 3 (Média Potencialidade) representou 25,13% (46.259,05 hectares). A somatória destas classes representa 77,43% o que corresponde a uma área de 142.519,78 hectares com potencialidade para realização de atividades de recreação e turismo.

As classes de potencialidade muito baixa e baixa representaram juntas 20,04% (36.883,78 hectares) da área. Esta potencialidade existe devida à boa distribuição de rede hidrográfica que ocorre na área de estudo. Esta distribuição mostra-se altamente potencial para o objetivo de recreação e turismo, devido à predominância das classes de potencialidade 5, 4 e 3.

O critério padronizado de distância da área ao centro consumidor de recreação e turismo PDCC3 apresenta o mesmo comportamento do PDCC1 (objetivo florestal), já que o único centro consumidor considerado são as zonas norte e oeste de Manaus. Por este motivo, estas distâncias são iguais.

Na Tabela 38 e na Figura 86 está representado o PRESO3 (critério padronizado retorno social para o objetivo de recreação e turismo ecológico) com as suas classes de potencialidades. Considerando o retorno social com base na renda salarial atual, a potencialidade de recreação e turismo apresentou predominância da classe 2, nesta classe a renda média corresponde a valores entre um e dois salários mínimo, representando a situação de baixa potencialidade. Este cenário foi observado em 49,13% (90.427,55 hectares) da área de estudo.

A classe 1 (Muito Baixa Potencialidade) representou 26,77% (49.266,92 hectares), somadas as classe 1 e 2 obteve-se uma área de 139.694,47 hectares o que representou 75,90% da área sem potencialidade para realização de atividades relacionadas com recreação e turismo pelo baixo retorno salarial obtido. Já a classe 3 (Média Potencialidade) ocupou 19,86% (36.558,28 hectares) da área de estudo e correspondeu a valores entre dois e três salários mínimo.

A classe 4 (Alta Potencialidade) representou uma área de 7.793,33 hectares o que corresponde a 4,23% da área cujos valores monetários obtidos da atividade variam entre três e cinco salários mínimo. Somadas as 3 e 4 obteve-se o valor de 44.351,61 hectares, ou seja, 24,10% da área de estudo apresentaram potencial para recreação e turismo. Estas áreas são aquelas localizadas próximas aos recursos hídricos, nas margens da rede viária ou em unidades de conservação.

Na Tabela 39 e na Figura 87 se encontra o PPAI (critério padronizado paisagem cênica) com as suas classes de potencialidade. Considerando a paisagem cênica, a potencialidade da Bacia em estudo para o objetivo de recreação e turismo apresentou predominância na classe 3 (média potencialidade) cuja área ocupada correspondeu a 57,15% (105.190,70 hectares), estas áreas apresentam cobertura por floresta nativa, conseqüentemente são paisagens com média atração.

A classe 5 (Muito Alta Potencialidade), com 12,33% (22.689,03 hectares) foi somada a classe 3 e juntas correspondem a área com potencialidade, uma vez que a classe 4 (alta Potencialidade) teve valor nulo. Os valores correspondentes a estas classes são 127.879,73 hectares o que representa 69,48% da Bacia Hidrográfica do Tarumã. Já as classes 1 (Muito Baixa Potencialidade) e 2 (Baixa Potencialidade) corresponderam respectivamente a 9,11% (16.773,59 hectares) e 21,40% (39.392,76 hectares) que não apresentam potencialidade nenhuma quando avaliado o critério paisagens cênicas.

A Tabela 40 e a Figura 88 ilustram o PUC (critério padronizado unidades de conservação de proteção integral). Neste caso as áreas

compreendidas pela classe 5 (Muito Alta Potencialidade) corresponderam a 13,03% (23.980,88 hectares), estão compreendidas as Unidades de Conservação Parque Estadual Rio Negro e Reserva Florestal Adolpho Ducke, estas áreas foram assim classificadas porque entre as suas finalidades estão a recreação e o turismo ecológico.

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé compõem a classe 4 (Alta Potencialidade), ocupa uma área de 7.508,94 hectares o que corresponde a 4,08% da Bacia do Tarumã. A classe 3 (Média Potencialidade) foi representada pela Área de Proteção Ambiental do Rio Negro Setor Sul e pela Área de Proteção Ambiental Tarumã/Ponta Negra que representam 35,88% (66.030,03 hectares). Estas áreas são de domínio público e/ou privado, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos bióticos, abióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem estar das populações humanas e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. Somadas estas três classes correspondem a 52,99% da Bacia do Tarumã o que representa 97.519,85 hectares.

Na Tabela 41 e na Figura 89 é ilustrada a potencialidade para recreação e turismo final da área de estudo com cinco classes de potencialidade. As classes de potencialidade de recreação e turismo final que predominaram foram a 1 (Muito Baixa Potencialidade), com 30,80% (56.687,47 hectares) e a 2 (Baixa Potencialidade) com 25,76% (47.418,72 hectares) da Bacia. As porcentagens das classes 1 e 2 foram bastante influenciadas pelos critérios Retorno Social (RESO-3) e Declividade (DECL).

As classes 5 (Muito Alta Potencialidade) e 4 (Alta Potencialidade), corresponderam, conjuntamente à 26,60% (48.960,83 hectares) da Bacia Hidrográfica do Tarumã. Somando-se à classe 3 (Média Potencialidade) com 16,83% (30.979,06 hectares), esta porcentagem aumentou, passando para 43,43% (79.939,89 hectares). Desta forma, 43,43% da área de estudo apresentaram potencialidade para atividades de recreação e turismo devido à

Tabela 37. Classes de potencialidade para o objetivo de recreação e turismo, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério distância da área a água PDAG-4, Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	66.228,17	35,98
4 - ALTA	30.032,56	16,32
3 - MÉDIA	46.259,05	25,13
2 - BAIXA	30.199,01	16,41
1 - MUITO BAIXA	6.592,05	3,58
TOTAL	179.310,84	97,43

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

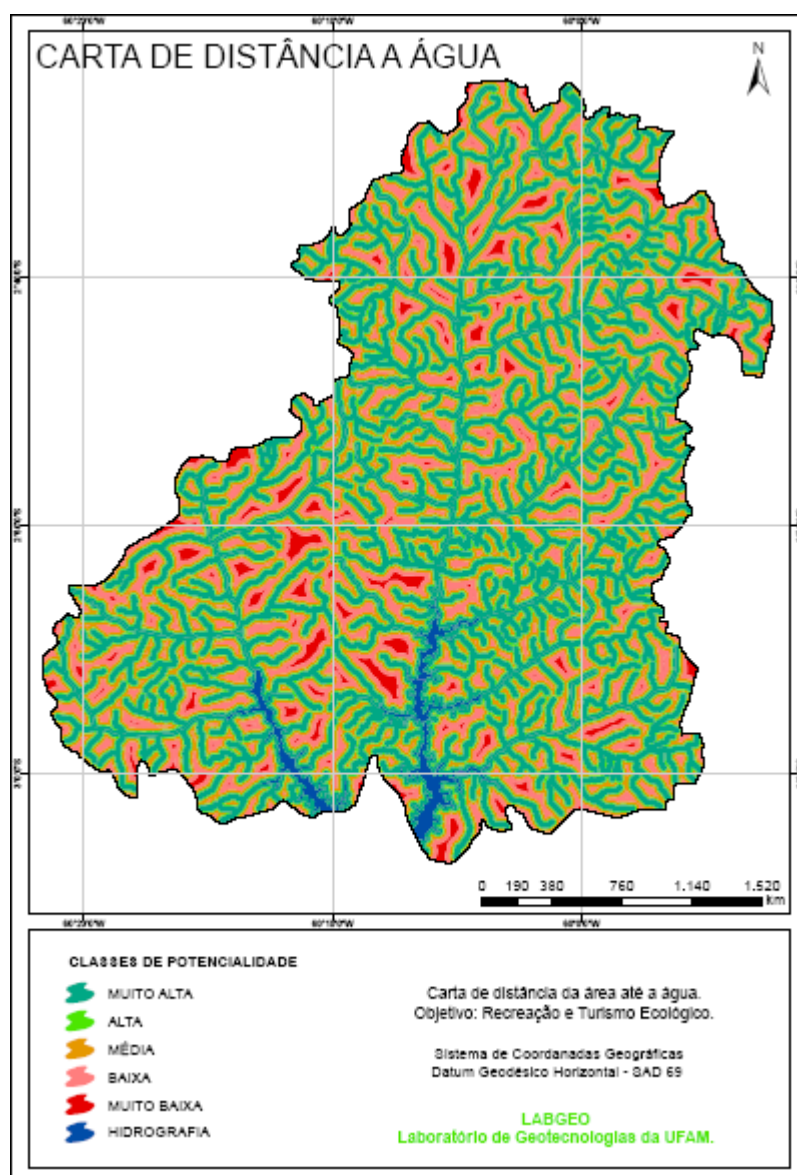


Figura 85. Carta do critério distância da área a água PDAG-4 para o objetivo de recreação e turismo com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 38. Classes de potencialidade para o objetivo de recreação e turismo, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério retorno social (PRESO3), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	-----	-----
4 – ALTA	7.793,33	4,23
3 - MÉDIA	36.558,28	19,86
2 - BAIXA	90.427,55	49,13
1 - MUITO BAIXA	49.226,92	26,77
TOTAL	184.046,08	100,00

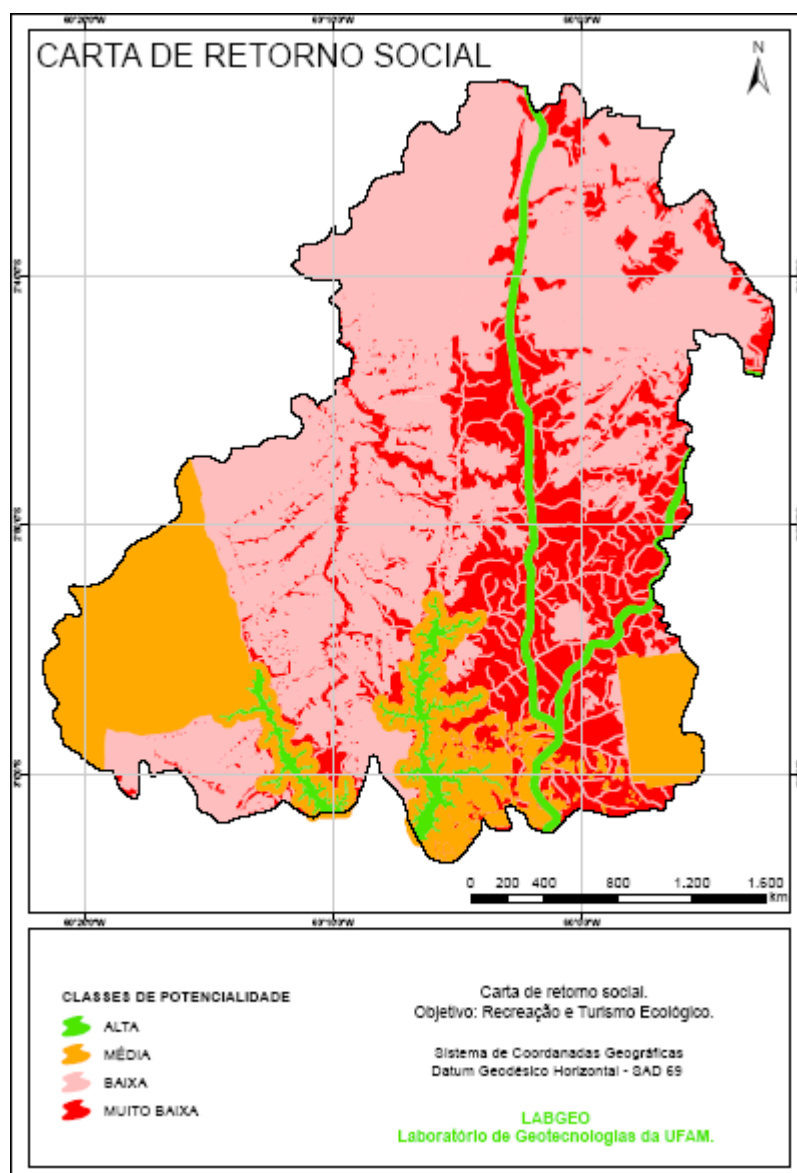


Figura 86. Carta do critério retorno social PRESO-3 para o objetivo de recreação e turismo com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 39. Classes de potencialidade para o objetivo de recreação e turismo, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério paisagem cênica (PPAI), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	22.689,03	12,33
4 – ALTA	-----	-----
3 - MÉDIA	105.190,70	57,15
2 - BAIXA	39.392,76	21,40
1 - MUITO BAIXA	16.773,59	9,11
TOTAL	184.046,08	100,00

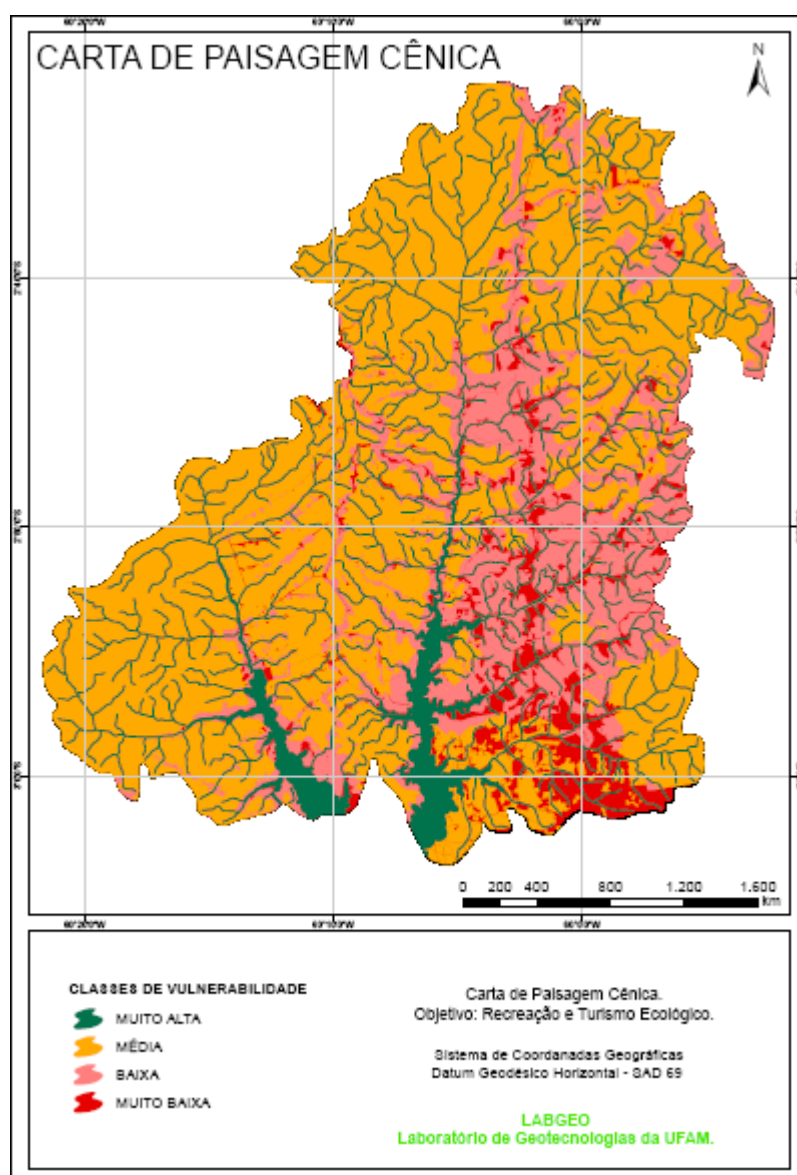


Figura 87. Carta do critério paisagem cênica PAI para o objetivo de recreação e turismo com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 40. Classes de potencialidade para o objetivo de recreação e turismo, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério unidades de conservação (UC), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	23.980,88	13,03
4 – ALTA	7.508,94	4,08
3 - MÉDIA	66.030,03	35,88
2 - BAIXA	-----	-----
1 - MUITO BAIXA	-----	-----
TOTAL	97.519,85	52,99

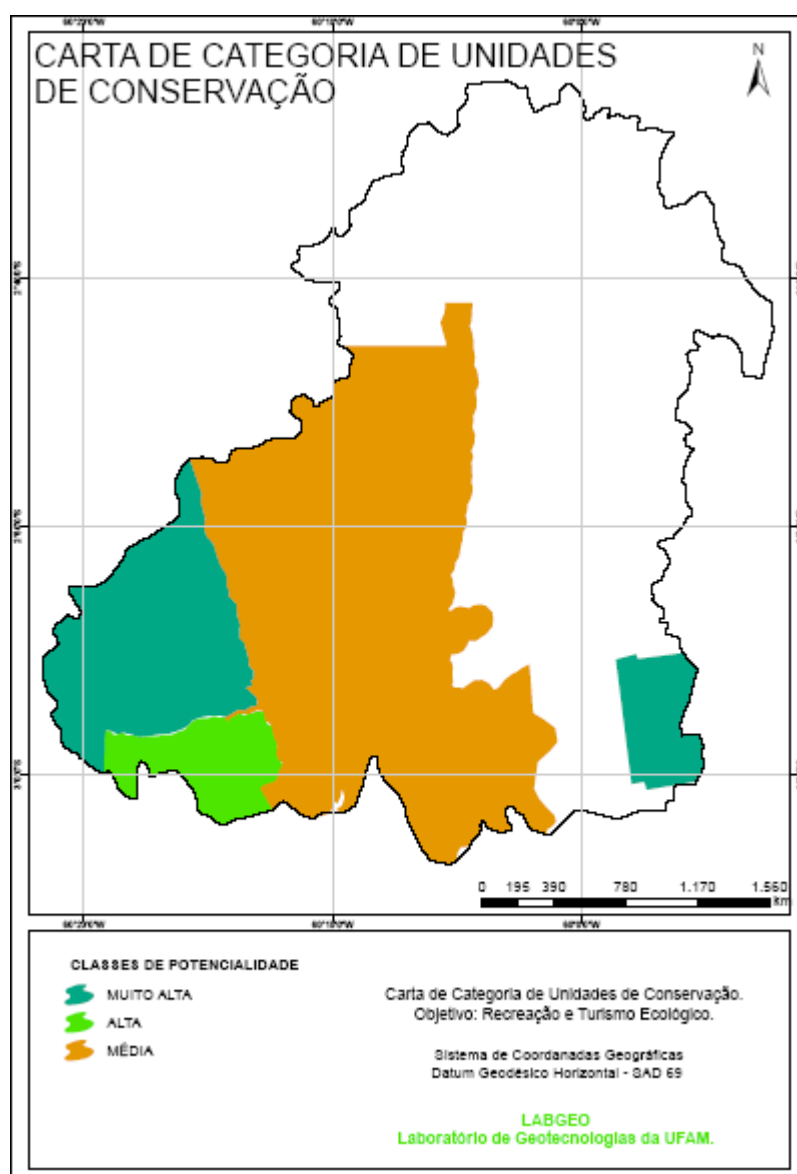


Figura 88. Carta do critério unidades de conservação PUC para o objetivo de recreação e turismo com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 41. Ocupação das classes de potencialidade para recreação e turismo, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando a combinação dos critérios padronizados (PSOLOS), (PDECL), (PVUS), (PDCC3), (PRESO3), (PPAI), (PDAG4) e (PUCPI), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	7.793,33	4,23
4 – ALTA	41.167,50	22,37
3 - MÉDIA	30.979,06	16,83
2 - BAIXA	47.418,72	25,76
1 - MUITO BAIXA	56.687,47	30,80
TOTAL	184.046,08	100,00

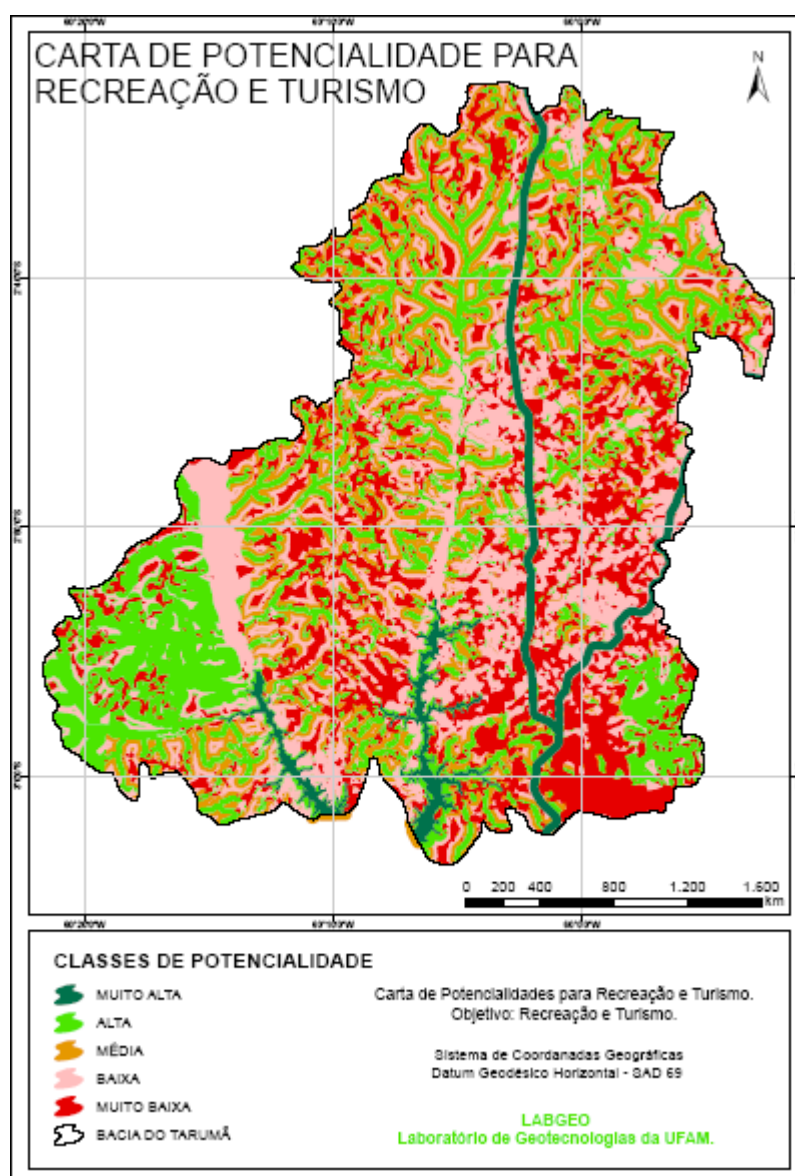


Figura 89. Carta de classes de potencialidade para o objetivo de recreação e turismo após a combinação dos critérios padronizados para a Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus - AM.

existência uma cobertura florestal onde predominam área de floresta densa, abundância de recursos hídricos e presença de áreas protegidas.

5.3.3.5 AVALIAÇÃO DA POTENCIALIDADE PARA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

Para a determinação da potencialidade da área de estudo para o objetivo de recuperação ambiental foram utilizados os seguintes critérios padronizados: Solos (PSOLOS), Declividade Contínua (PDECL), Valor da terra (PVAT), Vegetação/uso do solo (PVUS) e Vulnerabilidade Natural a Perda de Solos (PVULNAT).

Na Tabela 42 e na Figura 90 é apresentado PSOLOS (critério padronizado Solos) com as suas classes de potencialidade. Conforme descrito anteriormente, predominam na área de estudo os solos denominados de Latossolos, que ocupam 58,71% (108.069,61 hectares). Estes solos são bem desenvolvidos, com grande profundidade e porosidade, conseqüentemente, apresentam resistência maior as ações do ambiente, portanto, sua potencialidade, levando em consideração o objetivo de recuperação ambiental foi classificada como Baixa Potencialidade.

A classe 3 (Média Potencialidade) é representada pelo Podzólico Vermelho Amarelo que, de acordo com a nova nomenclatura da EMBRAPA (1999b), corresponde aos Argissolos. Esta classe de solos é encontrada em uma área de 66.837,88 hectares o que corresponde a 36,31% da área total. Os solos denominados de Gleissolos e solos Hidromórficos ocupam uma área de 4.403,35 hectares (2,38%) e correspondem a classe 2 (Alta Potencialidade). Nestas áreas, caso existam espaços abandonados e sem cobertura vegetal é extremamente importante realizar a sua recuperação evitando que sejam iniciados processos erosivos e de assoreamento dos cursos d'água.

Na Tabela 43 e na Figura 91 é ilustrado o PDECL (critério padronizado declividade contínua) com as suas classes de potencialidade. Este critério influencia diretamente na suscetibilidade da área à erosão, neste sentido,

quanto maior a declividade, maior é a potencialidade da área a sofrer consequências dos processos erosivos. A classe de potencialidade que predominou na área de estudo foi a 3 (Média Potencialidade), correspondeu a 30,24% (55.657,53 hectares).

As classes 5 (Muito Alta Potencialidade) e 4 (Alta Potencialidade) corresponderam respectivamente a 27,46% (50.546,20 hectares) e 8,01% (14.747,09 hectares). Ao analisar estas duas classes, observa-se que 35,47%, ou seja, 65.293,29 hectares da Bacia Hidrográfica do Tarumã são áreas com relevo ondulado e até montanhoso, conseqüentemente, caso apresentem espaços de terras sem nenhum tipo de cobertura vegetal, sua vulnerabilidade sob ponto de vista ambiental é considerada extremamente alta, portanto é clara a potencialidade destas áreas para recuperação ambiental.

As áreas em questão são protegidas pela Legislação Florestal Brasileira e consideradas como de Preservação Permanente, sendo proibida a remoção da cobertura florestal, ainda assim existem muitos casos de desrespeito ou desconhecimento da legislação e desmatamento destas áreas. As classes 2 (Baixa Potencialidade) e 1 (Muito Baixa Potencialidade) ocupam juntas 31,70% da Bacia, ou seja, em 58.360,02 hectares é possível, estas áreas podem ser destinadas para realização de atividades produtivas tanto florestais como de agropecuária.

Na Figura 92 e na Tabela 44 está ilustrado o PVUS (critério padronizado vegetação e uso do solo) com cinco classes de potencialidade. Predominou na área de estudo a classe 1 (Muito Baixa Potencialidade), a qual representou 60,06% (110.549,81 hectares) da área de estudo. A área compreendida por esta classe apresentou cobertura vegetal de Floresta Ombrófila Densa, portanto, atualmente não apresenta nenhuma necessidade de recuperação ambiental.

As classes 4 (Alta Potencialidade) e 5 (Muito Alta Potencialidade) correspondem respectivamente a 16,56% (30.462,07 hectares) e 9,94% (18.296,56 hectares), estas duas classes juntas correspondem a 26,50%, ou seja, 48.758,63 hectares da área de estudo apresentaram alta potencialidade

Tabela 42. Classes de solos para o objetivo de recuperação ambiental, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado solos (PSOLOS), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	-----	-----
4 – ALTA	4.403,35	2,38
3 - MÉDIA	66.837,88	36,31
2 - BAIXA	108.069,61	58,71
1 - MUITO BAIXA	-----	-----
TOTAL	179.310,84	97,40

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

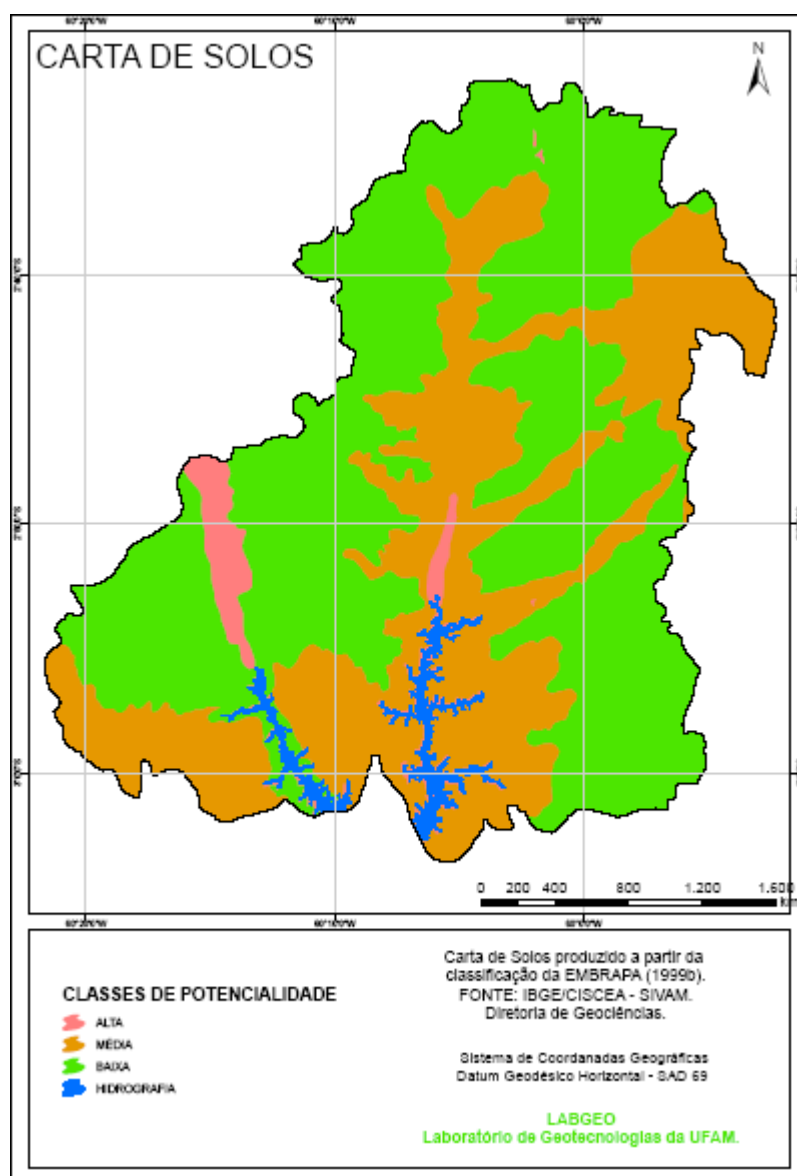


Figura 90. Carta do critério solos (PSOLOS) para o objetivo de recuperação ambiental com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 43. Classes de declividade para o objetivo de recreação e turismo, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado declividade (PDECL), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	50.546,20	27,46
4 – ALTA	14.747,09	8,01
3 - MÉDIA	55.657,53	30,24
2 - BAIXA	35.208,01	19,13
1 - MUITO BAIXA	23.152,01	12,57
TOTAL	179.310,84	97,40

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

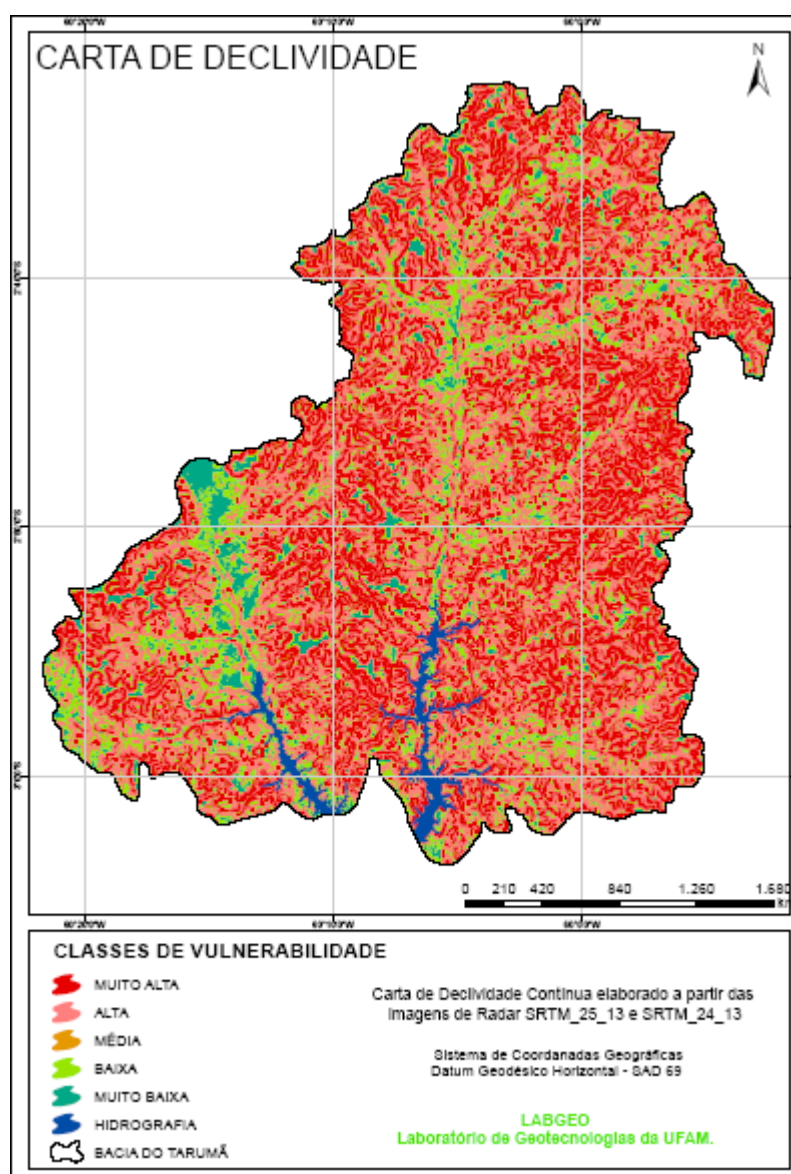


Figura 91. Carta do critério declividade contínua (PDECL) para o objetivo de recreação e turismo suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

Tabela 44. Classes de vegetação, uso/cobertura da terra para objetivo de recuperação ambiental, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando o critério padronizado vegetação, uso/cobertura da terra (PVUS), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	18.296,56	9,94
4 – ALTA	30.462,07	16,56
3 - MÉDIA	5.310,24	2,89
2 - BAIXA	14.294,38	7,76
1 - MUITO BAIXA	110.549,81	60,06
TOTAL	179.310,84	97,21

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água e 0,21% corresponde à rede viária.

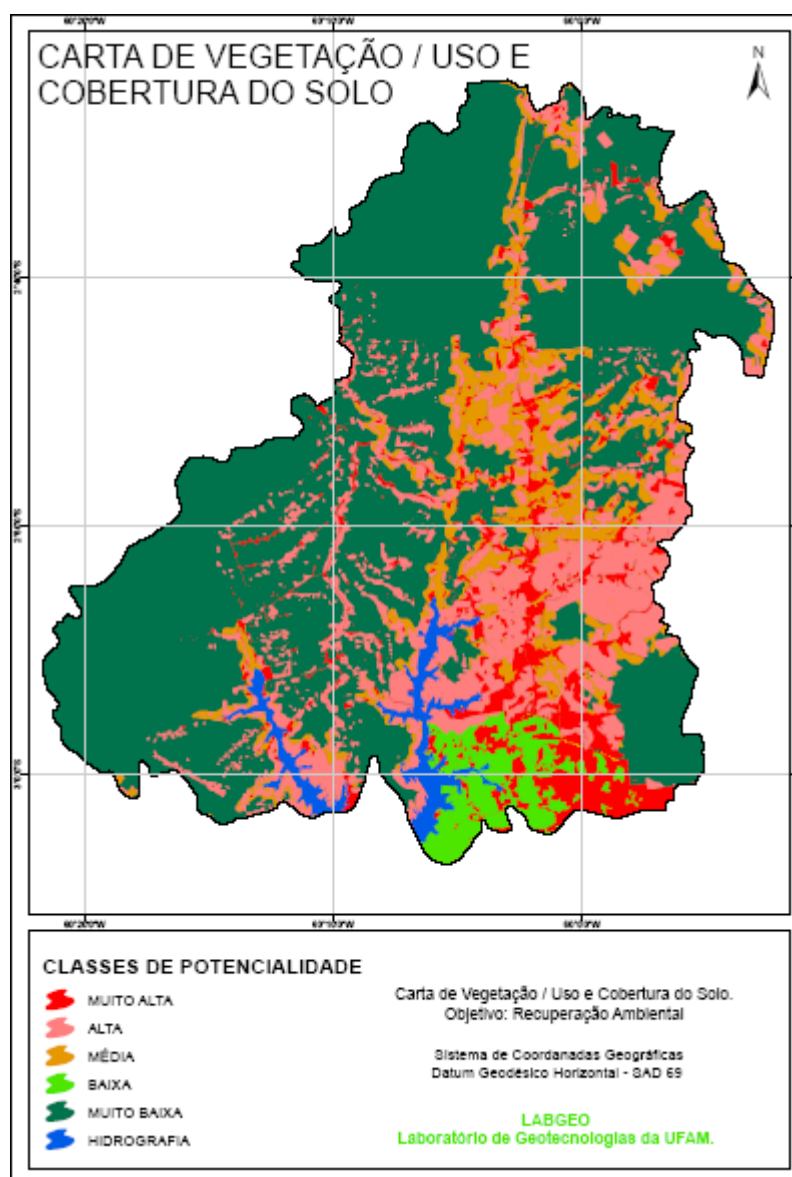


Figura 92. Carta do critério vegetação, uso/cobertura da terra (PVUS) para o objetivo de recuperação ambiental com suas classes de potencialidade, Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus – AM.

para realização de atividades de recuperação ambiental, uma vez que em alguns casos inexistente a cobertura vegetal como é o caso de 18.296,56 hectares onde predomina o solo exposto, em outros casos a cobertura vegetal existente não é adequada, como por exemplo a capoeira no estágio inicial de sucessão localizada em áreas com relevo montanhoso. A classe 3 (Média Potencialidade) ocupa uma área de 5.310,24 hectares o que corresponde a 2,89% da areada bacia, já a classe 2 (Baixa Potencialidade) ocupa aproximadamente 7,76% (14.294,38 hectares) da área de estudo.

Na Tabela 45 e na Figura 93 é ilustrada a Vulnerabilidade Natural a Perda de Solos com as suas cinco classes de Vulnerabilidade. A classe de vulnerabilidade que predominou foi a 5 (Muito Alta Vulnerabilidade), com 39,03% (71.826,46 hectares). Nesta classe estão inseridas áreas com relevo montanhoso, áreas próximas aos recursos hídricos e também áreas com presença de solo exposto, ou seja, sem cobertura vegetal.

A classe 4 (Alta Vulnerabilidade) correspondeu a 28,78% (52.968,05 hectares), nela são encontrados solos jovens e pouco desenvolvidos como os Gleissolos, o local apresenta relevo fortemente ondulado (20 a 45% de declividade), a cobertura vegetal predominante é pastagem natural e capoeiras no estágio inicial de sucessão além da distância aos corpos d'água ser entre 80 e 300 metros.

A classe 3 (Média Vulnerabilidade) representou 3,99% (7.349,33 hectares), os solos destas áreas apresentam média profundidade, são mediantemente estáveis e intemperizados; o local apresenta topografia ondulada (8 a 20% de declividade); a cobertura vegetal é Campo aberto ou natural, a distância aos corpos d'água varia entre 300 e 400 metros. As classes 1 (Muito Baixa Vulnerabilidade) e 2 (Baixa Vulnerabilidade) correspondem respectivamente a 23,99% (44.150,43 hectares) e 1,64% (3.016,60 hectares). Estas áreas são as mais indicadas para implantação de atividades produtivas relacionadas com agropecuária por apresentarem solos maduros e desenvolvidos, conseqüentemente mais estáveis; relevo não ultrapassando 8% de declividade; a distância da área estudada aos corpos d'água é superior

a 400 metros, conseqüentemente os riscos de erosão, assoreamento de corpos d'água, deslizamentos e alagamentos são reduzidos.

A determinação da Potencialidade para Recuperação Ambiental Final na Bacia Hidrográfica do Tarumã baseou-se na combinação de quatro critérios discutidos anteriormente como (PSOLOS), (PDECL), (PVUS) e (PVULNAT). A Tabela 46 e a Figura 94 mostram o Potencial para Recuperação Ambiental com as suas cinco classes de potencialidade. A classe de potencialidade para recuperação ambiental final que predominou foi a 5 (Muito Alta Potencialidade), com 39,81% (73.277,60 hectares). Esta classe foi bastante influenciada pela alta vulnerabilidade natural da área a perda de solos além do relevo ondulado e da cobertura vegetal.

A classe 4 (Alta Potencialidade) também ocupa um percentual significativo na área com 32,26% (59.367,32 hectares) estas duas classes somadas correspondem a 72,07% (132.644,92 hectares) da Bacia Hidrográfica do Tarumã. Os valores elevados destas duas classes destacam a potencialidade para recuperação ambiental da área de estudo. Isto significa que a remoção da cobertura vegetal atualmente existente na área trará conseqüências diretas para Bacia Hidrográfica em função do relevo existente, dos tipos de solos e da vulnerabilidade natural da área, em algumas locais o cenário de degradação do ambiente já é notório. Portanto, conforme indica a elevada potencialidade da área para recuperação ambiental, realizar o desflorestamento destas áreas trará conseqüências deveras ao ambiente que só irá ser recomposto caso sejam realizadas intervenções humanas com atividades de recuperação ambiental.

A classe 3 (Média Potencialidade) ocupa 1,42% (2.606,73 hectares) já as classes 1 (Muito Baixa Potencialidade) e 2 (Baixa Potencialidade) correspondem respectivamente a 9,19% (16.917,48 hectares) e 14,80% (27.232,94 hectares). Estas duas classes representam as áreas cuja potencialidade para recuperação é reduzida o que significa que a remoção da cobertura vegetal para implantação de outras culturas não trará conseqüências severas ao ambiente.

Tabela 45. Ocupação das classes de vulnerabilidade natural a perda de solos (VULNAT)para o objetivo de recuperação ambiental, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	71.826,43	39,03
4 - ALTA	52.968,05	28,78
3 - MÉDIA	7.349,33	3,99
2 - BAIXA	3.016,60	1,64
1 - MUITO BAIXA	44.150,43	23,99
TOTAL	179.310,84	97,43

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

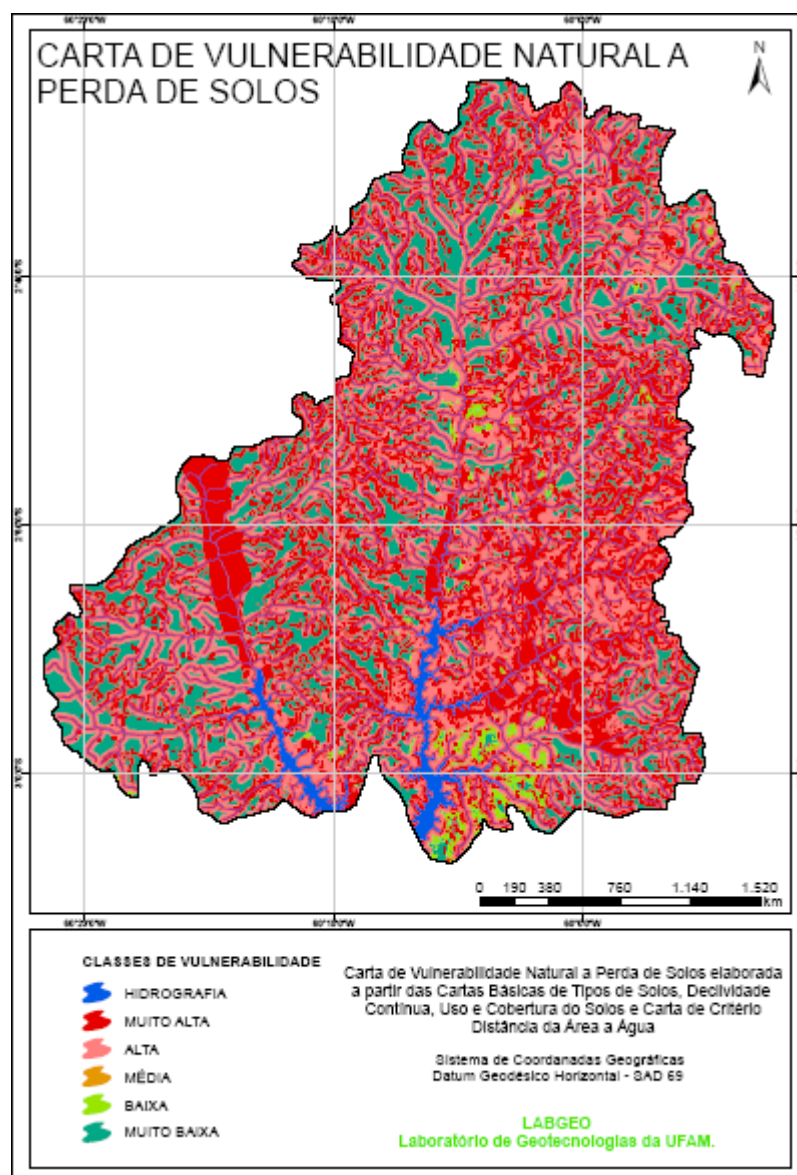


Figura 93. Carta de classes de vulnerabilidade natural a perda de solos para o objetivo recuperação ambiental para a Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus - AM.

Tabela 46. Ocupação das classes de potencialidade para recuperação ambiental, valores das áreas em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã, considerando a combinação dos critérios padronizados (PSOLOS), (PDECL), (PVUS), e (PVULNAT), Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
5 - MUITO ALTA	73.277,60	9,19
4 - ALTA	59.367,32	14,80
3 - MÉDIA	2.606,73	1,42
2 - BAIXA	27.232,94	32,26
1 - MUITO BAIXA	16.917,48	39,81
TOTAL	179.402,08	97,48

* Nota: A área de estudo possui aproximadamente de 2,6% de sua superfície coberta por água.

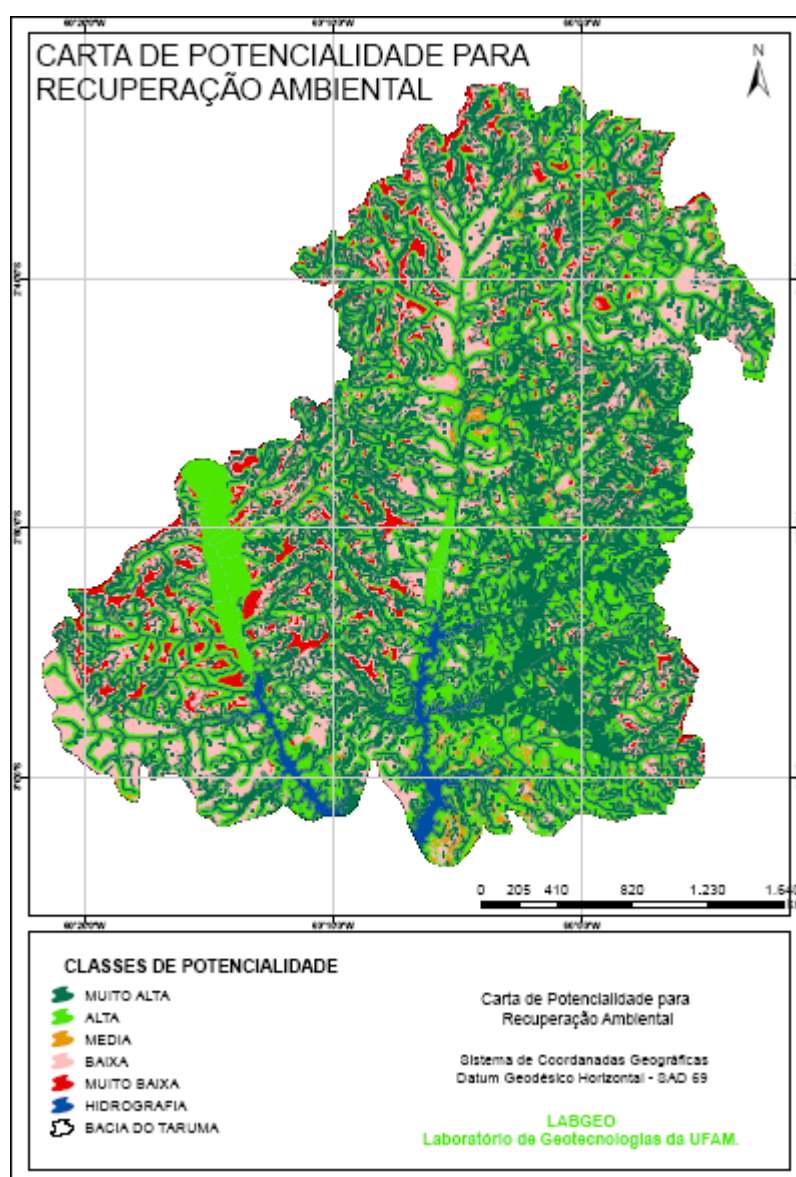


Figura 94. Carta de classes de potencialidade final para o objetivo de recuperação ambiental após a combinação dos critérios padronizados para a Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus - AM.

5.3.4. AVALIAÇÃO DO ZONEAMENTO

O zoneamento, por ser um instrumento do planejamento e gestão ambiental, deve ter como objetivo a busca do ideal, para garantir a utilização adequada com base nas potencialidades e vulnerabilidades de um espaço geográfico. Embora, muitas vezes, para implementar um zoneamento, seja necessária uma intensa negociação, em virtude das questões políticas, sociais, econômicas e ecológicas. Neste sentido, a proposta de zoneamento para a Bacia Hidrográfica do Tarumã a ser apresentada, refere-se à uma recomendação de ocupação, com base na preocupação social, econômica e ecológica, nas potencialidades e vulnerabilidades da área.

Considerando os principais usos das áreas rurais, a Bacia Hidrográfica em estudo foi dividida em cinco objetivos de uso, sendo que o objetivo Vulnerabilidade Natural a Perda de Solos visa identificar a vulnerabilidade da área e os objetivos Florestal, Agropecuário, de Recreação e Turismo, de Recuperação Ambiental visam identificar as potencialidades de uso e ocupação da área de estudo, a combinação destes objetivos resultou no zoneamento final da área de estudo.

A Tabela 47 e a Figura 95 mostram as áreas, em hectares, propostas para serem ocupadas por cada classe de objetivo, juntamente com sua distribuição espacial.

A classe de objetivo agropecuário compreende uma área de 23.929,40 hectares, correspondendo a 13,00% da Bacia Hidrográfica, concentrando-se nas áreas com solos maduros e desenvolvidos, relevo plano, próximos as estradas e vicinais, e devendo ser destinada a atividade de agropecuária.

A classe de objetivo florestal compreende uma área de 24.653,90 hectares, correspondendo à 13,40% do total da Bacia Hidrográfica, e devendo ser destinada à atividade florestal.

A classe de objetivo de turismo e recreação compreende uma área de 45.754,12 ha, correspondendo a 24,86% do total da Bacia Hidrográfica, e devendo ser destinada à atividade de turismo e recreação.

A classe de objetivo de vulnerabilidade natural a perda de solos compreende uma área de 71.409,09 hectares, correspondendo à 38,80% do total da Bacia Hidrográfica, esta área deve ser destinada à preservação permanecendo intocada, uma vez que a remoção da cobertura vegetal existente poderá causar danos irreversíveis a área, desta forma devem ser impostas restrições para uso agropecuário e florestal.

A classe de objetivo de recuperação compreende uma área de 18,299,57 hectares, correspondendo à 9,94% do total da Bacia Hidrográfica. Esta área encontra-se em algum estágio de degradação e deve ser destinada à recuperação ou a um uso mais adequado, respeitando-se as suas potencialidades.

Esta proposta de zoneamento destina-se aos planejadores da Bacia Hidrográfica em estudo para auxiliá-los na tomada de decisão de ocupação desse espaço. No entanto, ela não pode ser considerada definitiva, já que esta representa uma primeira proposta, funcionando como uma base para uma análise mais profunda e auxílio aos planejadores na tomada de decisão.

Tabela 47. Proposta de zoneamento considerando as classes de objetivos, com seus respectivos valores em hectares e porcentagem, da Bacia Hidrográfica do Tarumã Manaus - AM.

CLASSES DE POTENCIALIDADE	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
1- VULNERABILIDADE NATURAL	71.409,09	38,80
4 – POTENCIALIDADE FLORESTAL	24.653,90	13,40
3 - POTENCIALIDADE AGROPECUÁRIA	23.929,40	13,00
2 - POTENCIALIDADE RECREAÇÃO	45.754,12	24,86
1 – POTENCIALIDADE RECUPERAÇÃO	18.299,57	9,94
TOTAL	184.046,08	100,00

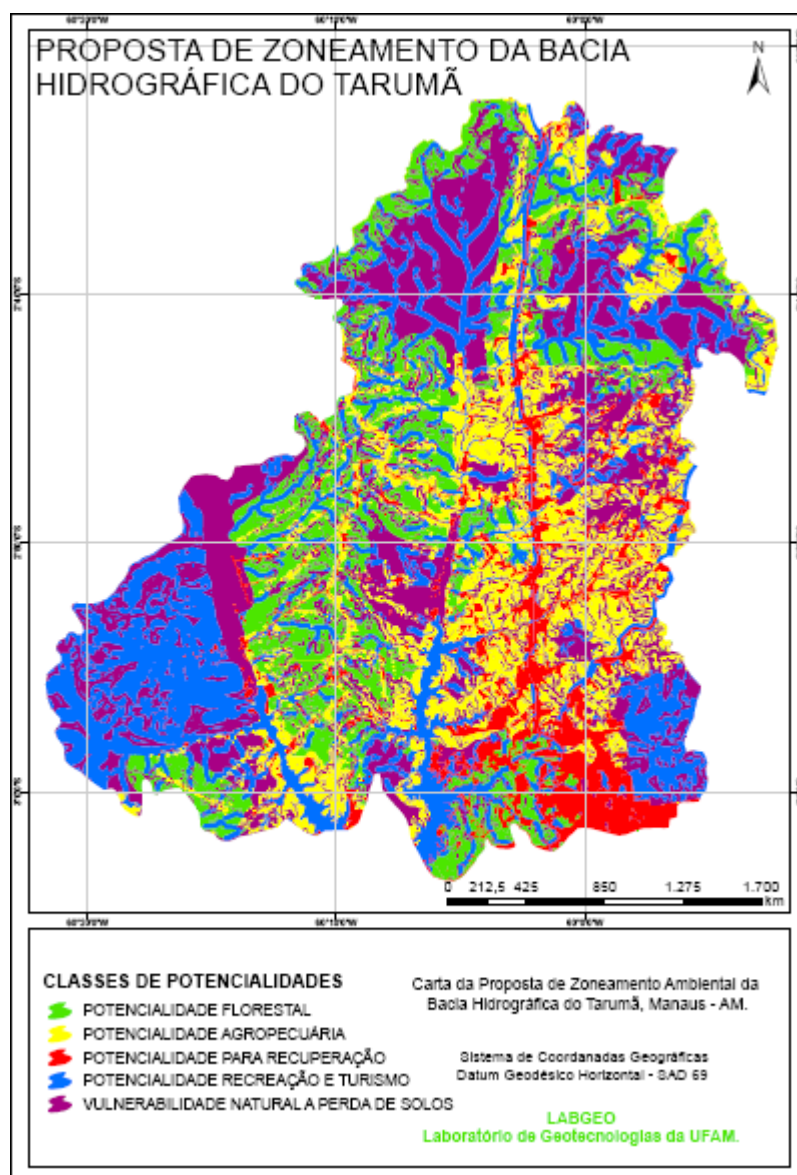


Figura 95. Carta da proposta de zoneamento para Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus - AM.

5.3.5. AVALIAÇÃO DOS CONFLITOS DE USO

Os conflitos de uso foram obtidos pela comparação entre a atual forma de uso e cobertura da terra com a potencialidade dos objetivos florestal, agropecuária, recreação e turismo, recuperação ambiental e a vulnerabilidade natural a perda de solos contidos na proposta de zoneamento final.

Estas comparações foram analisadas considerando o uso correto, áreas subutilizadas, uso incorreto e outros usos. O uso correto foi definido como sendo, as áreas que apresentam potencialidade regular (classe 3) à muito alta (classe 5) e que estejam sendo ocupadas atualmente pelo objetivo de uso em análise. As áreas subutilizadas são àquelas que apresentam potencialidade de regular à muito alta, mas que são ocupadas atualmente por outros objetivos de uso e não o que está sendo analisado. O uso incorreto compreende as áreas que apresentam potencialidade baixa (classe 2) e/ou muito baixa (classe 1) e completamente sem potencial e mesmo assim, estão sendo ocupadas atualmente para o objetivo em análise. Os outros usos compreendem as outras formas de ocupação presentes na área.

A Tabela 48 e a Figura 96 mostram os conflitos de uso atual com a vulnerabilidade natural a perda de solos da Bacia Hidrográfica do Tarumã. Para a Bacia em estudo, 30,10% (55.389,94 hectares) da sua área estão sendo utilizados corretamente. Isto significa que estas áreas que se apresentaram vulneráveis a perda de solos apresentam cobertura vegetal de floresta. Aproximadamente 8,70% (16.019,15 hectares) estão subutilizados, ou seja, apresentam alta Vulnerabilidade Natural e estão sendo utilizados por outros objetivos, assim, torna-se necessária a recuperação ambiental destas para que possam ser incorporadas neste objetivo de Vulnerabilidade Natural.

A Tabela 49 e a Figura 97 mostram os conflitos de uso atual com a potencialidade florestal da Bacia Hidrográfica do Tarumã. Para a Bacia em estudo, 100,00% (24.653,90 hectares) da sua área estão sendo utilizados corretamente, não apresentando subutilização. Isto significa que 100% da área proposta pelo zoneamento ambiental para uso florestal encontram-se cobertas por Floresta Ombrófila Densa e apresentam todas as condições necessárias para realização de atividades como manejo florestal sustentável

o que causaria uma melhoria de uso significativa na área. Embora existam atualmente mais de 100.000 hectares cobertos por floresta na área de estudo, sua potencialidade é limitada pela presença de relevo ondulado, grande quantidade de rios, igarapés e nascentes além da limitada rede de estradas existente até o momento nesta área. Estas condicionantes são evidenciadas quando o a classe de uso incorreto da bacia foi avaliada e apresentou 13.831,82 hectares o que significa 7,52% são cobertos por floresta mas apresentam potencialidade para outros usos.

A Tabela 50 e a Figura 98 ilustram os conflitos de uso atual com a potencialidade agropecuária da bacia do Tarumã. Para a bacia em estudo, 9,04% (16.631,12 hectares) da sua área está sendo utilizada corretamente e 4,84% (7.298,28 hectares) é subutilizada. Esta situação poderia ser melhorada se as áreas que estão subutilizadas fossem ocupadas para a finalidade agropecuária, passando-se de 9,04% (corretamente utilizadas) para 13,88% (corretamente utilizada + subutilizadas = 9,04% + 4,84%) da bacia. Considerando as áreas adequadas ($16.631,12 + 7.298,28 = 23.929,40$ hectares), que compreendem a soma do uso correto e subutilizado, observa-se que predominam as áreas corretamente utilizadas com 69,50% (16.631,12 hectares) quando comparadas com as subutilizadas 30,50% (7.298,40 hectares). Por sua vez, o uso incorreto compreende 7,52% (13.831,85 hectares), estas áreas correspondem aquelas que segundo o zoneamento ambiental não apresentam nenhuma potencialidade para uso agropecuário, mas mesmo assim estão sendo utilizadas para este fim. Por este motivo, estas áreas devem ser evitadas para o objetivo em análise e destinadas para outra utilização.

Na Tabela 51 e na Figura 99 é apresentado os conflitos de uso atual com a potencialidade para a recreação e turismo da Bacia Hidrográfica do Tarumã. Para a bacia em estudo 22,32%, ou seja, 41.074,11 hectares da sua área total estão sendo utilizados corretamente e 2,54% (4.680,01 hectares) são subutilizados. Esta situação poderia ser melhorada se as áreas que estão subutilizadas fossem ocupadas para a finalidade de recreação e turismo, passando-se de 22,32% (corretamente utilizadas) para 24,86%

(corretamente utilizada + subutilizadas = 22,32% + 2,54%) da bacia. A soma destas duas classes corresponderia aos 45.754,12 hectares indicados como potenciais pelo zoneamento ambiental para realização de atividades de turismo ambiental e recreação. Os 2,54% (4.680,01 hectares) apresentam diversas formas de ocupação que poderiam ser melhor estruturadas para possibilitar uma melhor eficiência para a recreação e o turismo. Atualmente 15.302,55 hectares, ou seja, 8,31% da Bacia Hidrográfica do Tarumã são utilizadas para recreação e turismo, estas áreas são localizada principalmente nas margens de rios e igarapés e nas unidades de conservação existentes na área de estudo.

Na Tabela 52 e na Figura 100 estão relacionados conflitos de uso atual com a potencialidade do objetivo recuperação ambiental para a Bacia Hidrográfica do Tarumã. Para esta bacia, 7,08% (13.039,25 hectares) da sua área estão sendo utilizados corretamente e 2,86% (5.260,32 hectares) estão sendo subutilizados. Isto significa que 5.260,32 hectares deveriam ser recuperados mas estão sendo utilizados para outros fins. Esta situação ocorre principalmente nas margens dos igarapés e nas encostas de morros. Somadas as duas classes (correto 7,08 + subutilizado 2,86) obteve-se a quantidade de área que deverá ser recuperada e representa atualmente 9,94% (18.299,57 hectares) esta porcentagem representa as áreas a serem recuperadas e que após a sua recuperação serão destinadas a um uso mais adequado de acordo com a sua potencialidades.

Na Tabela 53 e na Figura 101 estão os conflitos de uso atual com o zoneamento final proposto. As maiores destinações de usos na bacia de estudo foram, em ordem decrescente para os objetivos vulnerabilidade natural a perda de solos 38,80% (71.409,09 hectares), uso em recreação e turismo 24,86% (4.5754,12 hectares), uso florestal 13,40% (24.653,90 hectares), uso agropecuário 13,00% (23.929,4 hectares) e recuperação ambiental com 9,94% (18.299,57 hectares). De acordo com o zoneamento proposto, 81,93% (150.788,32 hectares) da bacia hidrográfica estão sendo utilizados corretamente e 18,94% (33.257,76 hectares) possuem usos inadequados.

Tabela 48. Distribuição dos conflitos entre o uso atual da terra e a Vulnerabilidade Natural a Perda de Solos da Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus - AM.

CLASSES DE USO	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
1 – USO CORRETO	55.389,94	30,10
2 – SUBUTILIZADO	16.019,15	8,70
3 – USO INCORRETO	-----	-----
4 – OUTROS USOS	112.636,99	61,20
TOTAL	184.046,08	100,00

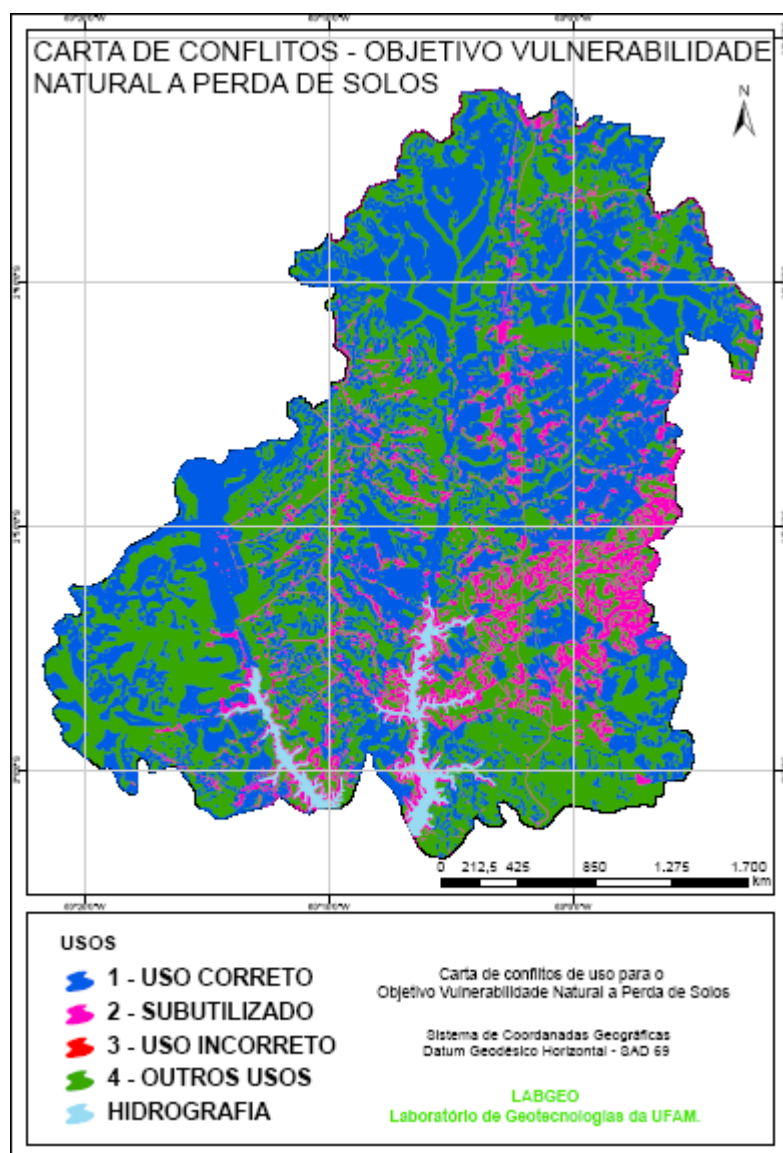


Figura 96. Carta de conflitos entre o uso e cobertura atual da terra com a vulnerabilidade natural a perda de solos da Bacia do Tarumã, Manaus - AM.

Tabela 49. Distribuição dos conflitos entre o uso atual da terra e a Potencialidade Florestal da Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus - AM.

CLASSES DE USO	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
1 – USO CORRETO	16.631,12	9,04
2 – SUBUTILIZADO	7.298,28	4,84
3 – USO INCORRETO	13.831,82	7,52
4 – OUTROS USOS	146.284,86	78,61
TOTAL	184.046,08	100,00

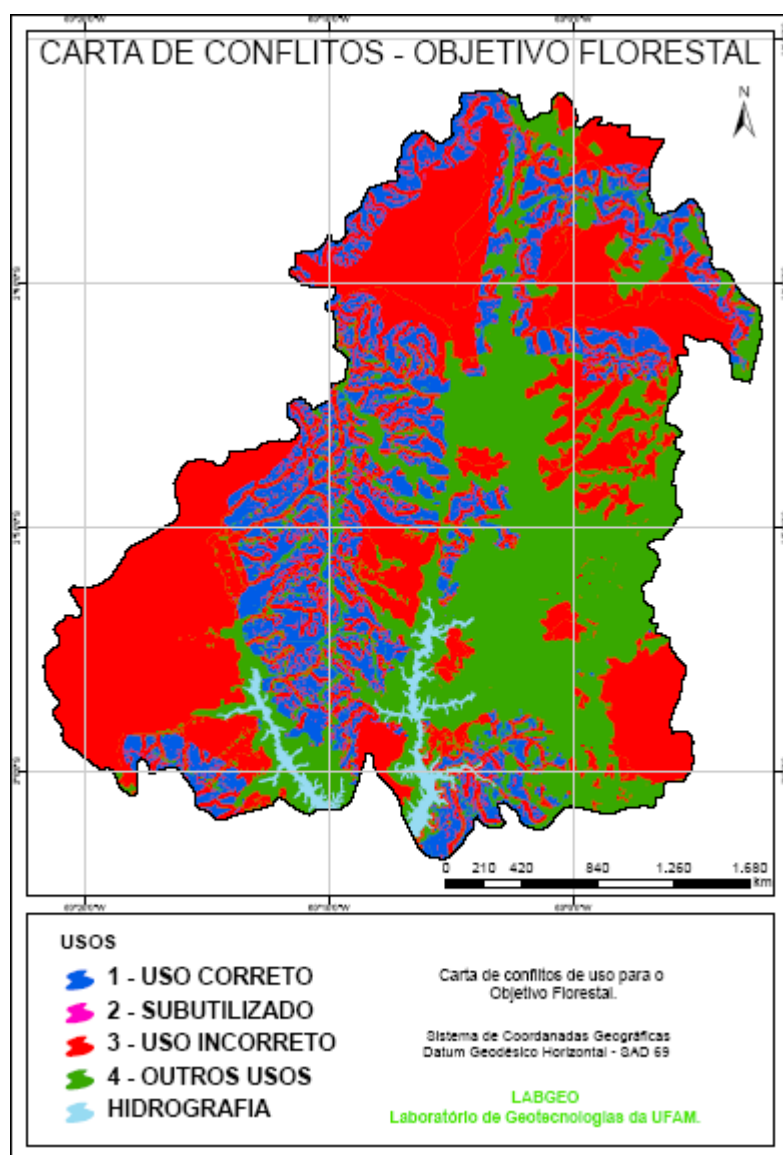


Figura 97. Carta de conflitos entre o uso e cobertura atual da terra com o objetivo florestal proposto pelo zoneamento ambiental da Bacia do Tarumã, Manaus - AM.

Tabela 50. Distribuição dos conflitos entre o uso atual da terra e a Potencialidade Agropecuária da Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus - AM.

CLASSES DE USO	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
1 – USO CORRETO	16.631,12	9,04
2 – SUBUTILIZADO	7.298,28	4,84
3 – USO INCORRETO	13.831,82	7,52
4 – OUTROS USOS	146.284,86	78,61
TOTAL	184.046,08	100,00

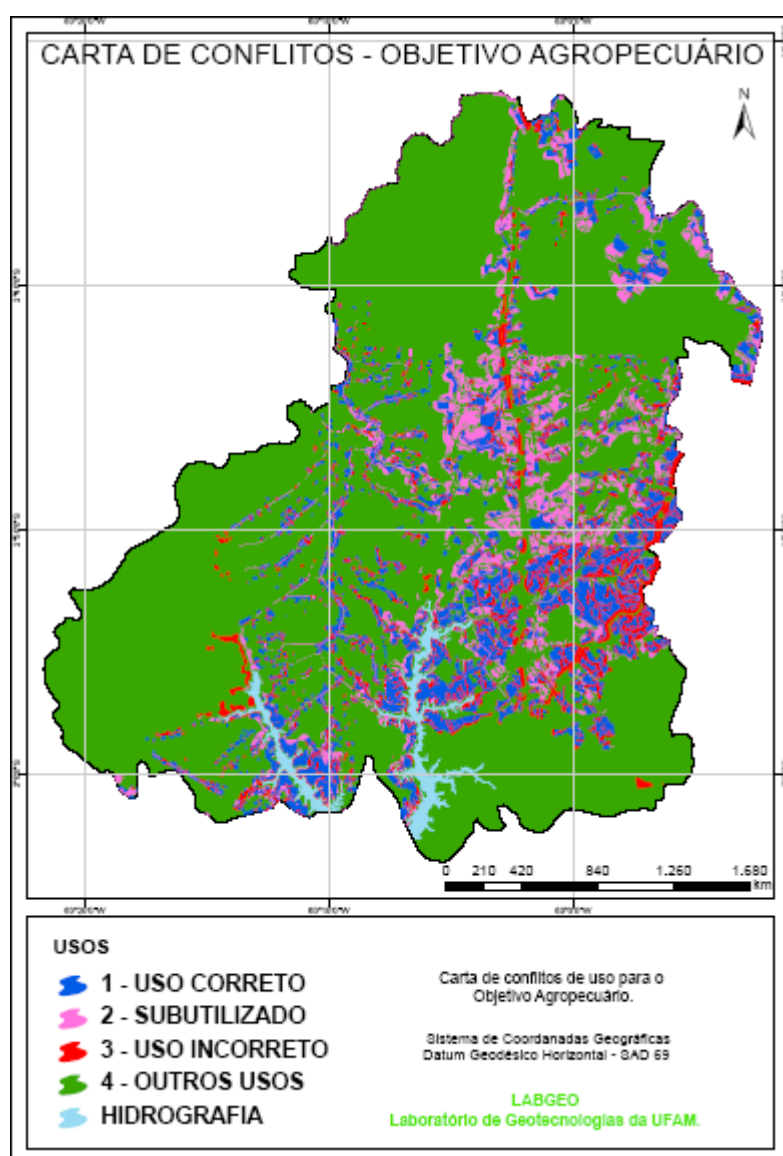


Figura 98. Carta de conflitos entre o uso e cobertura atual da terra com o objetivo agropecuário proposto pelo zoneamento ambiental da Bacia do Tarumã, Manaus - AM.

Tabela 51. Distribuição dos conflitos entre o uso atual da terra e a Potencialidade de Recreação e Turismo da Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus - AM.

CLASSES DE USO	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
1 – USO CORRETO	41.074,11	22,32
2 – SUBUTILIZADO	4.680,01	2,54
3 – USO INCORRETO	-----	-----
4 – OUTROS USOS	138.291,96	75,14
TOTAL	184.046,08	100,00

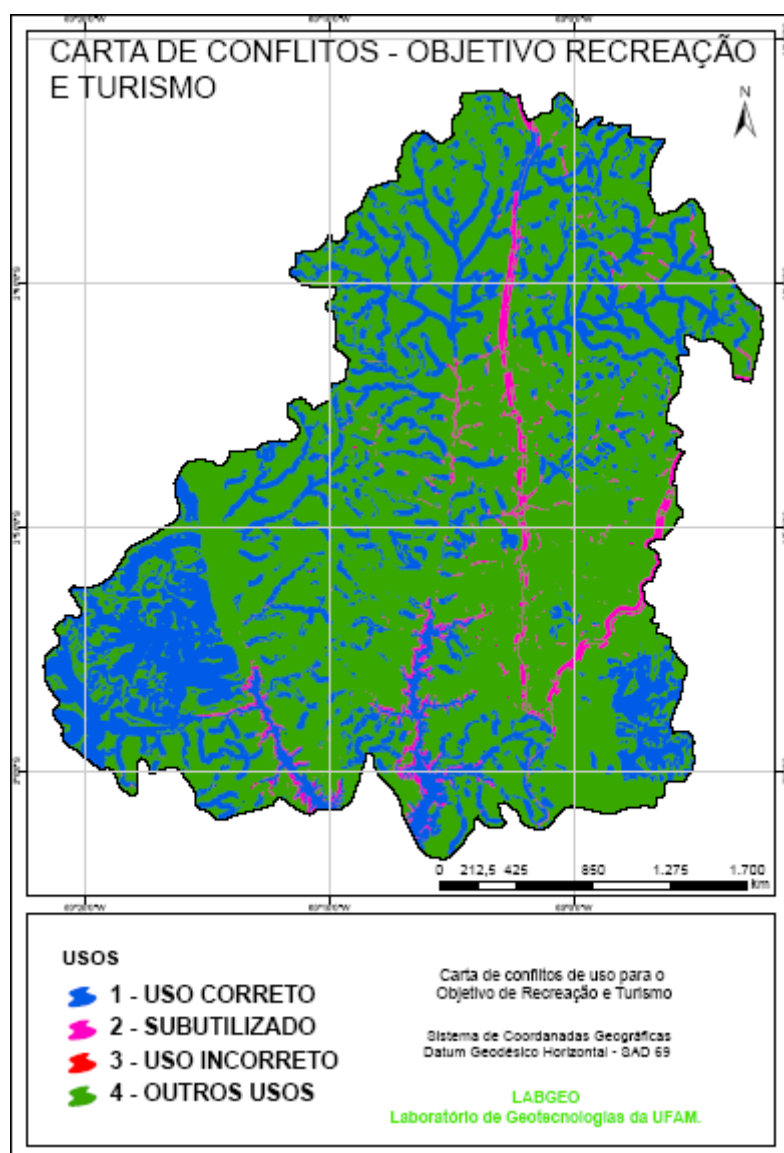


Figura 99. Carta de conflitos entre o uso e cobertura atual da terra com o objetivo de recreação e turismo proposto pelo zoneamento ambiental da Bacia do Tarumã, Manaus - AM.

Para o objetivo de uso de vulnerabilidade natural a perda de solos se propõe um aumento significativo, passando-se de 30,10% (55.389,94) utilizados atualmente para 38,80% (71.409,09) da bacia hidrográfica. Esta porcentagem representa as áreas que devem ser preservadas por lei, não devendo ser diminuída, além daquelas que apresentam algum tipo de fragilidade decorrente do tipo de solo, da forma de ocupação e da cobertura vegetal existente. Estas áreas podem ser utilizadas com algumas restrições para a recreação e turismo ecológico.

Para o objetivo de uso florestal, a redução dessas áreas seria de 37,95% da bacia para 13,40%. Isto ocorreria, porque a maior parte dessas áreas apresenta alta vulnerabilidade natural a perda de solos e/ou destinadas para outros usos mais adequados. No entanto, vêm sendo utilizadas para este objetivo de uso.

Comparando o uso atual com o uso proposto pelo zoneamento, observa-se que haveria uma redução das áreas destinadas para o objetivo de uso agropecuário, pois o uso atual que representa 16,55% da bacia passaria para 13,00%. Isto ocorreria, porque boa parte desta bacia é considerada sem potencialidade para este objetivo de uso.

Quando se trata do objetivo de recreação e turismo, não se utiliza nem 40% da área da bacia com potencialidade para este objetivo. Atualmente 8,31% (15.302,55 hectares) estão sendo ocupados por este objetivo. Pelo zoneamento ambiental está sendo proposto que 24,86% (45.754,12 hectares) sejam destinados a este objetivo de uso. Este percentual elevado se dá em função das unidades de conservação existentes, da densa rede hidrográfica, da diversidade de fauna e flora existentes, entre outros. Ainda se for considerado o turismo rural como um todo, as áreas destinadas para a atividade agropecuária e florestal poderiam também ser utilizadas para a recreação e turismo.

Considerando a área proposta de ocupação para cada objetivo em relação ao seu uso correto, foi observado que, respectivamente, 77,57% (55.389,94 hectares), 100,00% (24.653,9 hectares), 69,50% (16.631,12 hectares), 89,77% (41.074,11 hectares) e 71,25% (13.039,25 hectares) das

áreas destinadas aos objetivos vulnerabilidade natural a perda de solos, florestal, agropecuário, recreação e turismo e recuperação ambiental estão sendo usadas corretamente. Aproximadamente 18% (33.257,67 hectares) da Bacia Hidrográfica do Tarumã estão sendo utilizados de forma incorreta.

Tabela 52. Distribuição dos conflitos entre o uso atual da terra e a Potencialidade de Recuperação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus - AM.

CLASSES DE USO	ÁREA (ha)	PERCENTUAL (%)
1 – USO CORRETO	41.074,11	22,32
2 – SUBUTILIZADO	4.680,01	2,54
3 – USO INCORRETO	-----	-----
4 – OUTROS USOS	138.291,96	75,14
TOTAL	184.046,08	100,00

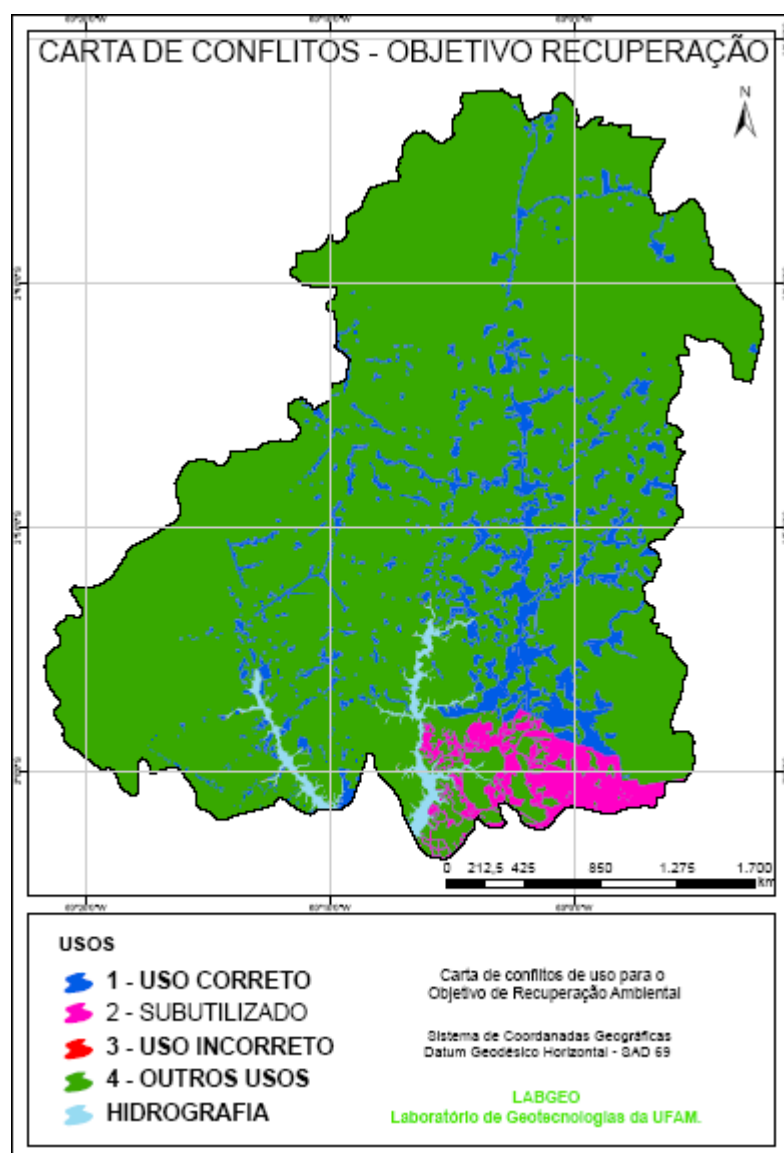


Figura 100. Carta de conflitos entre o uso e cobertura atual da terra com o objetivo de recuperação ambiental proposto pelo zoneamento ambiental da Bacia do Tarumã, Manaus - AM.

Tabela 53. Distribuição dos conflitos entre o uso atual da terra e a Proposta de Zoneamento Ambiental para a Bacia Hidrográfica do Tarumã, Manaus - AM.

OBJETIVO	PROPOSTO		CORRETO		OUTROS		ATUAL	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
AGROPECUÁRIO	23929,40	13,00	16631,12	9,04	7298,28	4,84	30462,07	16,55
FLORESTAL	24653,90	13,40	24653,90	13,40	0,00	0,00	69852,27	37,95
RECREAÇÃO	45754,12	24,86	41074,11	22,32	4680,01	2,54	15302,55	8,31
RECUPERAÇÃO	18299,57	9,94	13039,25	7,08	5260,32	2,86	13039,25	7,08
VULNERABILIDADE	71409,09	38,80	55389,94	30,10	16019,15	8,70	55389,94	30,10
TOTAL	184046,08	100,00	150788,32	81,93	33257,76	18,94	184046,08	100,00

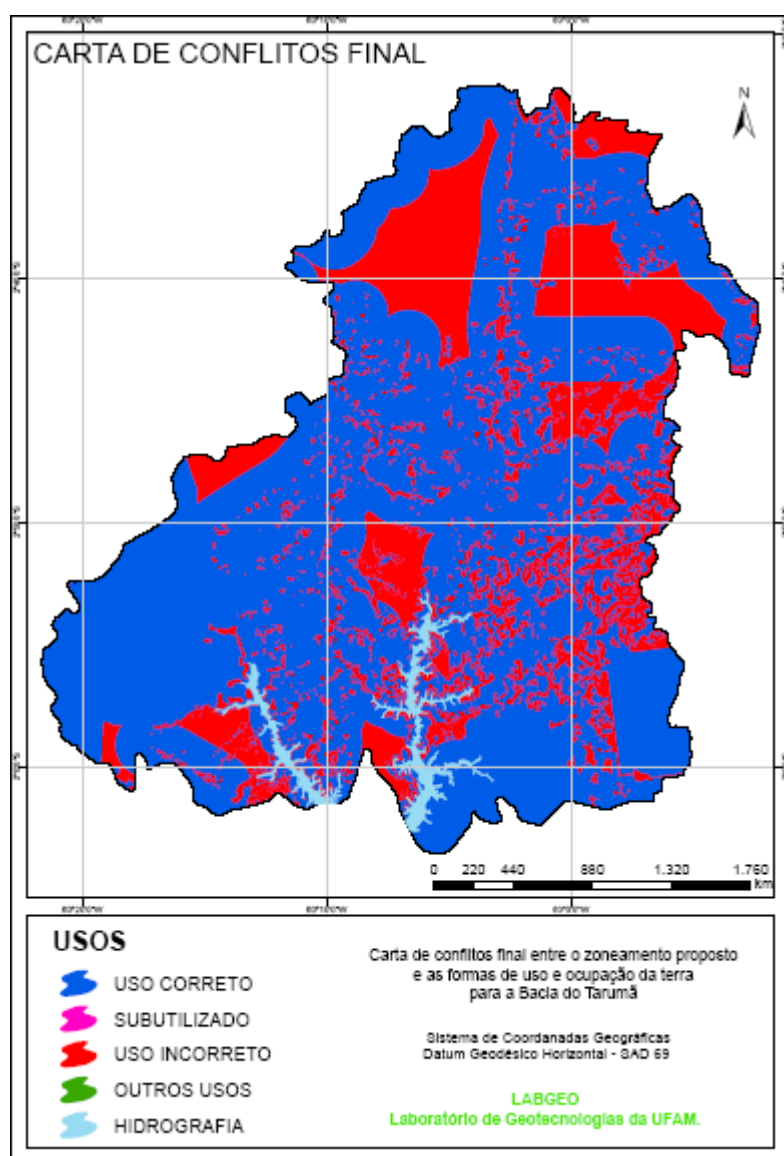


Figura 101. Carta de conflitos entre o uso e cobertura atual da terra e a proposta de zoneamento ambiental para a Bacia do Tarumã, Manaus - AM.

5.3.6. ANÁLISE DA METODOLOGIA PROPOSTA

Além dos resultados obtidos da aplicação da proposta metodológica de zoneamento para a Bacia Hidrográfica do Tarumã, alguns aspectos referentes a esta metodologia merecem ser analisados.

A denominação dos cinco objetivos, sendo um relacionado com a vulnerabilidade natural do ambiente e quatro objetivos de potencialidade de uso (florestal, agropecuário, recreação e turismo e recuperação ambiental), mostrou-se eficiente por representar as formas de uso, normalmente encontradas em áreas rurais.

A utilização de critérios com preocupações sociais, econômicas e ambientais, permitiu inserir na metodologia essas questões, buscando trabalhar as potencialidades de uso das áreas rurais, visando o seu desenvolvimento sustentável.

A utilização de entrevistas informais e pesquisa bibliográfica para a definição dos diferentes critérios permitiu uma escolha democrática dos principais critérios incorporados na metodologia, baseando-se na experiência dos especialistas e publicações existentes. Isto possibilitou uma escolha coletiva dos critérios, em vez de ser considerada a decisão de um único especialista.

A determinação da potencialidade baseada em classes (muito baixa, baixa, regular, alta e muito alta), para os diferentes objetivos, permitiu detectar com maior clareza os níveis diferenciados de potencialidade.

Com as entrevistas informais junto aos especialistas, a pesquisa bibliográfica e a decisão democrática foi possível resgatar o conhecimento científico disponível e decidir coletivamente quais os intervalos de padronização para cada um dos fatores que seriam incorporados à metodologia, considerando cada classe de potencialidade. Desta maneira, a escala de padronização foi construída coletivamente, o que é altamente desejável, pois induz à uma maior possibilidade de acerto.

O envolvimento de diversos especialistas, em diferentes etapas, representou um nível de interatividade e participação acentuada, permitindo desenvolver a base que possibilitou a construção da metodologia.

O uso do Sistema de Informação Geográfica permitiu combinar diversos comandos, principalmente os de suporte à decisão, possibilitando determinar a potencialidade para os diversos objetivos, o zoneamento e os conflitos de uso.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 ESTRUTURAÇÃO DE UMA BASE CARTOGRÁFICA DE DADOS BIOFÍSICOS SOBRE A BACIA HIDROGRÁFICA DO TARUMÃ, MANAUS – AM.

- ✓ Ficou demonstrado que as geotecnologias constituem um conjunto de ferramentas eficazes no que diz respeito à precisão, confiabilidade e velocidade na geração dos dados biofísicos da Bacia Hidrográfica, permitindo o mapeamento da realidade ambiental, tornando viável a manipulação de grande volume de dados, o seu tratamento e disponibilização rápida de um universo de informações. Depois de gerados os resultados, estes foram conferidas em campo e constatou-se a confiabilidade das informações obtidas no processo de mapeamento;
- ✓ Foi constatada na área de estudo uma densa rede drenagem com existência de várias sub-bacias, somado a isso um terreno topograficamente acidentado resultando em uma área total de preservação permanente de 64.054,25 hectares, o que representa em torno de 34,80% da área de estudo. Portanto, o monitoramento destas áreas para evitar o uso indevido com remoção da cobertura vegetal é de fundamental importância;
- ✓ A conservação da Bacia Hidrográfica do Tarumã é fundamental para a manutenção do manancial hídrico que abastece a cidade de Manaus e a preservação da diversidade cultural e a ecologia dos ecossistemas existentes na região, portanto, ações de planejamento visando o uso e ocupação ordenada do solo são extremamente necessárias.
- ✓ As cartas temáticas geradas neste trabalho são ferramentas indispensáveis, pois servirão como subsidio para dotar o tomador

de decisão das informações necessárias para realizar a gestão da área de estudo;

- ✓ A necessidade de proteger a bacia Hidrográfica do Tarumã é evidente, neste sentido, o poder público criou um mosaico de Unidades de Conservação onde a Bacia Hidrográfica do Tarumã está inserida. Assim, 50,26% da bacia estão sob alguma forma de proteção legal;
- ✓ O Latossolo Amarelo é constatado em relevos que variam de plano a suavemente ondulado, na área de estudo representaram 108.069,61 hectares o que corresponde a 58,7%, já os Podzólicos ocorrem em relevo ondulado a fortemente ondulado o que requer cuidados especiais, estes solos representaram aproximadamente 36,7% totalizando 67.653,77 hectares;
- ✓ Aproximadamente 13.040,65 hectares da área de estudo não possuem qualquer tipo de cobertura vegetal, estas áreas apresentam alta vulnerabilidade ambiental, portando, ações para recuperação das áreas degradadas devem ser imediatas.

6.2 ESTUDO TEMPORAL DE USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL ENTRE OS ANOS DE 1988 E 2008 NA BACIA HIDROGRÁFICA DO TARUMÃ, MANAUS – AM.

- ✓ A proposta metodológica para mapeamento da alteração da cobertura vegetal utilizando séries temporais obtidas pelo satélite Landsat 5, sensor TM apresentou resultados eficientes na avaliação do aumento do desmatamento e tomada de decisão abrangendo a Bacia Hidrográfica do Tarumã que engloba os Rios Tarumã Mirim e Tarumã Açu. Os resultados obtidos neste estudo foram satisfatórios para um nível de semi detalhamento, cuja escala utilizada foi de 1:100.000. Para estudos que demandam

maiores níveis de detalhes se recomenda o uso de imagens com maior resolução espacial como as dos satélites IKONOS (1 metro) e satélite QUICK BIRD (0,60 metros).

- ✓ Entendendo-se o Assentamento do Tarumã Mirim como um grande projeto de desenvolvimento rural envolvendo aproximadamente 1.042 lotes de 25 hectares, 856 famílias e 2.563 pessoas em uma área total de 42.910,76 hectares localizados na Bacia Hidrográfica do Tarumã é de fundamental importância o monitoramento da perda da cobertura vegetal principalmente nas áreas de preservação permanente e de reserva legal para possibilitar o uso sustentável dos recursos naturais e garantir a qualidade de vida necessária para os habitantes do local.
- ✓ No estudo, a partir das informações geradas pela imagem do satélite Landsat, sensor TM, órbita 231, ponto 62, bandas 3, 4 e 5, referente ao ano de 2008, registrou-se que dos 184.046,08 hectares da área de estudo, 60,06%, ou seja, 110.549,81 ha encontraram cobertos por Floresta Ombrófila Densa. Por outro lado, as áreas que tiveram removida a sua cobertura vegetal vêm crescendo a cada ano, representando em 2008 um total de 63.388,68 hectares, ou seja, 34,44% do total da área de estudo. O que representa uma perda de 6,81% da cobertura vegetal num período de 20 anos.
- ✓ Boa parcela dos 34,44% de áreas alteradas são projetos abandonados (iniciaram suas atividades com a retirada da floresta e posteriormente foram abandonados). É comum observar em função do tempo do abandono, a recuperação natural das áreas degradadas, a partir do surgimento de capoeiras em diversos estágios de desenvolvimento.
- ✓ Finalmente, com a interpretação das imagens de satélite que cobrem a área de estudo, é possível observar uma relação entre o

crescimento urbano de Manaus e os processos de desmatamento na área de estudo, principalmente a área compreendida pela Bacia Hidrográfica do Rio Tarumã – Açu que é facilitada pela presença da rodovia federal BR 174.

6.3 PROPOSTA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A BACIA HIDROGRAFIA DO TARUMÃ, MANAUS - AM.

As conclusões, considerando-se os resultados alcançados para a área da Bacia Hidrográfica do Tarumã, foram às seguintes:

- ✓ Na Bacia Hidrográfica do Tarumã 38,80% (71.409,09 hectares) apresentam Vulnerabilidade Natural a Perda de Solos, destes 31,10% (55.389,94 hectares) estão sendo utilizados corretamente, ou seja, não apresentam solo exposto e a cobertura vegetal predominante é Floresta Ombrófila Densa.
- ✓ Atualmente 8,70% (16.019,15 hectares) da Bacia do Tarumã, quando se trata de vulnerabilidade natural a perda de solos, estão sendo utilizados de forma incorreta, a atividade de agropecuária é a que prevalece nestas áreas, conseqüentemente a erosão dos solos e o assoreamento dos igarapés fazem parte destes cenários.
- ✓ Em se tratando da atividade florestal, existe alto potencial na bacia Hidrográfica, uma vez que a Floresta Ombrófila Densa cobre mais de 100.000 hectares da área de estudo. Atividades como manejo de produtos não madeireiros é extremamente viável nestas áreas.
- ✓ A expansão florestal pode ser considerada viável, em virtude de existir a possibilidade de aumento de áreas degradadas, em decorrência da ocupação desordenada de outras atividades, como a agropecuária. Neste sentido, essas áreas podem ser recuperadas e utilizadas para a atividade florestal.

- ✓ Devido a grande proporção de áreas com cobertura florestal situadas na Bacia Hidrográfica, estas poderiam ser manejadas, para então possibilitar, o uso direto dos recursos florestais, permitindo o aumento de renda para os agricultores localizados na bacia.
- ✓ A atividade agropecuária, de acordo com o zoneamento ambiental pode ser realizada em 13,00% (23.929,11 hectares) da área da bacia Hidrográfica do Tarumã, deste percentual, somente 9,04% (16.631,12 hectares) estão sendo utilizados corretamente, portanto, existe uma subutilização de 4,84% (7.298,28 hectares).
- ✓ A Bacia apresentou grande potencial para a atividade de recreação e turismo, sendo propostos 24,86% (45.754,12 hectares) da Bacia Hidrográfica para este fim. Porém, atualmente 8,31% (15.302,55 hectares), ou seja, apenas um terço da área com potencial está sendo devidamente utilizada.
- ✓ Os conflitos entre as áreas que devem ser destinadas à preservação permanente, sejam margens de igarapés ou encostas de morro, e a atividade produtiva como agropecuária ocorrem com frequência na área de estudo, isso se dá devido ao fato de que tradicionalmente as áreas próximas a rios e igarapés são as ocupados para a agricultura e/ou pecuária na região.
- ✓ Na Bacia Hidrográfica existe uma tendência de aumento das áreas que necessitarão passar por alguma forma de recuperação em virtude da existência de vários conflitos de uso, principalmente para a atividade de agropecuária e áreas de preservação permanente.
- ✓ De acordo com o zoneamento proposto, 18,94% (33.257,76 hectares) da Bacia Hidrográfica está sendo utilizados indevidamente, devendo estas áreas sofrer remanejamento para usos mais adequados.

- ✓ A Bacia possui grande potencial para a recreação e turismo (ecológico e rural) e deve ser melhor aproveitada para este fim.
- ✓ Caso persista o uso incorreto atual e não for realizado o reordenamento da Bacia o mais rápido possível, a tendência é que haja um aumento de áreas degradadas, gerando-se impactos ambientais negativos, afetando diretamente o agricultor.

Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que o uso da metodologia anteriormente detalhada possibilitou:

- ✓ A avaliação da Vulnerabilidade Natural a Perda de Solos existente na área de estudo;
- ✓ A avaliação da potencialidade para os objetivos de uso agropecuário, florestal, de recreação e turismo e de recuperação de forma rápida e prática;
- ✓ A combinação de diferentes técnicas e estratégias, facilitando a manipulação e o processamento das informações;
- ✓ A incorporação do conhecimento de especialistas na definição e na padronização dos critérios, gerando-se um instrumento que insere a participação democrática nas decisões;
- ✓ A possibilidade de análise espacial das informações geradas pelo estudo, incluindo geração de mapas, quantificação das áreas e estudo das formas de ocupação existentes na Bacia Hidrográfica do Tarumã.

Em termos finais, conclui-se pela necessidade de levar em consideração as seguintes recomendações para a Bacia Hidrográfica do Tarumã:

- ✓ Reunir o conhecimento científico já disponível sobre a Bacia, dispersos em diversas instituições, principalmente em vários departamentos da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM), Secretaria de Desenvolvimento Sustentável do Estado do Amazonas (SDS) e Prefeitura Municipal de Manaus – Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA), objetivando centralizar as informações disponíveis, criando uma base de dados a ser compartilhada e atualizada constantemente;
- ✓ Organizar os agricultores em associação além de fortalecer as que já existem para que coordenem e dirijam as ações a serem implementadas na Bacia Hidrográfica. A existência do Comitê de Bacia do Rio Tarumã – Açú é um ponto de partida extremamente importante;
- ✓ Elaborar e propor, democraticamente, um Plano Diretor para a Bacia, sob a coordenação das associações dos agricultores da área em questão, com a participação de instituições e dos vários segmentos sociais envolvidos na área;
- ✓ Incorporar ao Plano Diretor da Bacia Hidrográfica um programa de recreação e turismo, definindo roteiros turísticos de visitação, já que a área possui grande potencial para este fim. Além disso, trabalhar um plano de manejo para a cobertura florestal existente na área.
- ✓ Fiscalizar as ações a serem implementadas na Bacia Hidrográfica, principalmente em relação às áreas de preservação permanente.
- ✓ Conscientizar os agricultores da importância de ocupar os espaços, considerando as potencialidades e vulnerabilidades da Bacia Hidrográfica para que não tenham consequências indesejáveis futuras.

- ✓ Testar esta metodologia em diferentes partes do país, abrangendo outras bacias hidrográficas, comunidades e assentamentos rurais.
- ✓ Testar a incorporação de mais critérios com preocupações sociais, econômicas e ambientais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. 1987. *Zoneamento ecológico da Amazônia: questões de escala e método*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. CEPAL/IPEA. Brasília. Mimeografado. 17 p.

AGUIAR, F.E.O. 1995. *As alterações climáticas em Manaus no Século XX*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio de Janeiro / PPGG, 183 pp.

ASSAD, E.D.; SANO, E.E; MEIRELLES, M.L.; MOREIRA, L. 1998. Estruturação de dados geoambientais no contexto de micro-bacia hidrográfica. In: ASSAD, E.D.; SANO, E.E. *Sistema de Informações Geográficas: Aplicação na Agricultura*. Vol. 1. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília, Distrito Federal. p. 119 – 136.

BARBOSA, S.R. 2004. *Caracterização dos Sistemas Agro-Florestais no projeto de assentamento rural do Tarumã Mirim-AM*. Relatório apresentado ao Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas. Manaus, Amazonas. 38 p.

BARROS, A. A. de O. 2003. *Estudos e avaliação dos impactos ambientais ao longo das Rodovias BR-174, AM-240 e área urbana da cidade de Manaus*. Relatório de prática de campo apresentado ao programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Amazonas. Manaus. 60 p.

BERTRAND, G. 1981. *Paisagem e geografia física global: esboço metodológico*. Caderno de ciências da terra, 13. Instituto de Geografia-USP. São Paulo.

BOTELHO, R. G. M. 1999. *Planejamento Ambiental em Microbacias Hidrográficas*. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

BUHRING, R.; COSTA, L. A. da; BARBOSA, E.B. 2006. Cadastramento qualitativo georreferenciado das árvores localizadas nas ruas do centro da cidade de Manaus – AM. In. *VII Seminário em Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal*. Curitiba, Paraná. p. 210 – 218.

CENTRO PELO DIREITO À MORADIA CONTRA DESPEJOS - COHRE. 2006. *Conflitos Urbano-Ambientais em Capitais Amazônicas: Boa Vista, Belém, Macapá e Manaus*. Porto Alegre – RS. 93p.

COSTA, L.A. 2001. *Proposta de Zoneamento de Áreas Rurais utilizando Sistema de Informações Geográficas*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 158pp.

COSTA, L. A. da. 1992. *Análise da avaliação quali-quantitativa da arborização urbana pública da cidade de Manaus*. Manaus: INPA/FUA, Dissertação de Mestrado em Recursos Naturais – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/ Fundação Universidade do Amazonas. 218 p.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de; FILHO, P. H.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. 2001. *Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao Zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos – SP. 124p.

CROSTA, A. P. 1993. *Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto*. 3º Edição. Campinas – SP, UNICAMP.

CUNICO, C. 2007. *Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi. Perspectivas para a análise e avaliação das condições sócio-ambientais*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 193 pp.

DE GROOT, R. S. 1992. *Functions of nature*. Netherlands: Wolters-Noordhoff, 315p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, 2000. Projeto Argila: regularização e levantamento ambiental do setor oleiro nos Municípios de Iranduba e Manacapuru, 8º Ds – DNPM, Manaus. 62p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Embrapa Amazônia Ocidental 1999. Plano Diretor 1999 - 2003. Manaus, Amazonas.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. 1999. *Zoneamento agroecológico do Estado de Tocantins*. Disponível em: <http://www.nma.embrapa.br/projetos/tocant/metodo.html>).

FEARNSIDE, P. M. 2004. *Desmatamento na Amazônia*. In. 3º Simpósio Brasileiro de Pós-Graduação em Engenharia Florestal e 1º Encontro Amazônico de Ciências Florestais, Manaus - AM. 2p.

GUIMARÃES, P.I.S. 2002. *Estudos geoquímicos de metais pesados nos igarapés da cidade de Manaus e praia da cidade de Barcelos, Estado do Amazonas, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Manaus. UFAM. ICE. 106 pp.

IMANAGA, M., YOSHIDA, S., CHYO, M., NAKASE, I., HOSOKAWA, R. T., YAMAZOE, G., CRUZ, E. C. da., HIGUCHI, N. 1994. *Forest exploitation and Brazilians' attitudes toward forest*. Bulletin of the Faculty of Agriculture of Kagoshima University, p.47-49.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.hpg.gov.br>>. Acesso em 15 outubro 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA - INCRA. 1998. *Programa de Capacitação em apoio a Reforma Agrária – Projeto BRA93/017* – Relatório do Curso de Capacitação Imersa. Projeto de Assentamento – Tarumã Mirim – Brasília: PNUD/INCRA.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA. 1999. *Informações do Projeto de Assentamento Tarumã Mirim*. Manaus. 67p.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. 1997. Boletim Agrometeorológico da região de Manaus. MARA/INMET. Manaus, AM.

JACINTHO, L. R. de C. 2003. *Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto como Ferramentas na gestão ambiental de unidades de conservação: o caso da Área de Proteção Ambiental (APA) do Capivari - Monos*. Dissertação de Mestrado em Geociências - Universidade de São Paulo – USP. 103 p.

KAWAKUBO, F. S.; MORATO, R. G.; CAMPOS, K. C.; LUCHIARI, A.; ROSS, J. L. S. 2005. *Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento*. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil. INPE, p. 2203-2210.

LILLESAND, T. M; KIEFFER, R. W. 1994. *Remote sensing and image interpretation*. 3º Edição. New York, EUA. 750p.

MANTOVANI, W. 1993. *Estrutura e dinâmica da Floresta Atlântica na Juréia, Iguape - SP*. São Paulo. Tese - Livre Docência, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 126 p.

NAVA, D.B. 1996. Projeto Grande Manaus, Relatório da 1º fase, Ministério de Minas e Energia. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Manaus: CPRM, 31p.

NAVA, D.B. 1999. *Mapa de vulnerabilidade aos processos erosivos da porção sudeste da cidade de Manaus, Amazonas*. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amazonas. 91 pp.

PINTO, W.H.A. 2005. *Geoprocessamento aplicado a análise físico-territorial as área do Tarumã – AM*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Amazonas. Manaus, Amazonas. 92 pp.

PROJETO DE MONITORAMENTO DA FLORESTA AMAZÔNICA BRASILEIRA POR SATÉLITE – PRODES. 2008. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes>>. Acesso em 29 de Julho de 2009.

RADAMBRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. 1978. Projeto RADAM BRASIL, Folha AS.20 Manaus – Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro: DNPM, 1978, Vol 18.

RÊGO, J.F. 2003. *Enraizamento Cultural e o ecoturismo na Amazônia – O caso da Vila de Alter do Chão*. Tese de Doutorado, UnB, Brasília, 231 pp.

RIBEIRO, M.N.G.; ADIS, J. 1984. Local rainfall variability – a potencial bias for bioecological studies in the Central Amazon. *Acta Amazônica*, 14 (1-2): 159 – 174.

SANTANA, G. P.; BARRONCAS, P.S.R. 2007. Estudo de metais pesados (Co, Cu, Fe, Cr, Ni, Mn, Pb e Zn) na Bacia do Tarumã-Açu Manaus – AM. *Acta Amazônica*, 37(1): 111 – 118.

SANTOS, I. N. dos.; HORBE, A.M.C.; SILVA, M.S.R. da.; MIRANDA, S.A.F. 2006. Influência de um aterro sanitário e de efluentes domésticos nas águas superficiais do Rio Tarumã e afluentes – AM. *Acta Amazônica*, 36(2): 229 - 236.

SANTOS, M. do C.N. 2001. *Os impactos provocados pela exploração de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil na área do Tarumã – Município de Manaus*. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amazonas. Manaus, Amazonas. 74 pp.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – SEPLAN. 2007. Perfil da Região Metropolitana de Manaus. Manaus, AM. 119p.

SILVA, J.R.C. da. 2005. *Análise dos impactos ambientais ocasionados pela exploração de recursos minerais na área do Igarapé do Mariano no Município de Manaus - AM*. Dissertação de Mestrado – Pós Graduação em Geociências, Universidade Federal do Amazonas. Manaus, Amazonas. 139 pp.

SOFIATTI NETO, A. 1980. *Algumas considerações sobre o relacionamento das sociedades com a natureza*. Boletim FBCN, n. 16, p. 50-69.

TRICART, J. & KIEWIETDEJONGE, C. 1992. *Ecogeography and rural management*. Essex, UK. Longman Scientific & Technical.

TRICART, J. 1977. *Ecodinâmica*, Rio de Janeiro, IBGE-SUPREN - Recursos Naturais e Meio Ambiente, 91p.

VITOUSEK, P. M. 1994. *Beyond global warming: ecology and global change*. *Ecology*, v. 75, n.7, p. 1861-1876.