



UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS - ICHL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGG
MESTRADO EM GEOGRAFIA

**O USO DE GEOTECNOLOGIAS NA ANÁLISE TEMPORAL DO
PROCESSO DE EXPANSÃO URBANA SOBRE A BACIA
HIDROGRÁFICA DO PURAQUEQUARA: MANAUS - AM.**

MICHEL JADER DE OLIVEIRA MIRANDA

Manaus
2017

MICHEL JADER DE OLIVEIRA MIRANDA

**O USO DE GEOTECNOLOGIAS NA ANÁLISE TEMPORAL DO
PROCESSO DE EXPANSÃO URBANA SOBRE A BACIA
HIDROGRÁFICA DO PURAQUEQUARA: MANAUS - AM.**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Amazônia: Território e Ambiente.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Adoréa Rebello da Cunha Albuquerque

Manaus
2017

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

M672u Mranda, Mchel Jader de Oliveira
O uso de geotecnologias na análise temporal do processo de expansão urbana sobre a bacia hidrográfica do Puraquequara: Manaus - AM/Mchel Jader de Oliveira Mranda. 2017
112f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Adoréa Rebello da Cunha Albuquerque
Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Urbanização. 2. Crescimento Populacional. 3. Bacias hidrográficas. 4. Uso e ocupação do solo. I. Albuquerque, Adoréa Rebello da Cunha II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



Poder Executivo
Ministério da Educação
Universidade Federal do Amazonas
ICHL/DEGEO/Programa de Pós-Graduação em Geografia
Mestrado Conceito 4
Aprovado pela Resolução nº 009 – CONSUNI de 17/08/95
Credenciado pela CAPES em set/2000
Reconhecido através da Portaria Nº 1.077 - MEC, de 31 de agosto de 2012



Ata da Defesa Pública da Dissertação de Mestrado do(a) Senhor(a) **MICHEL JADER DE OLIVEIRA MIRANDA**, aluno(a) do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Ciências Humanas e Letras da Universidade Federal do Amazonas, área de concentração em Amazônia: Território e Ambiente, realizada no dia **11 de maio de 2017**.

Aos **onze** dias do mês de **Maio** de **dois mil e dezessete**, às quatorze e trinta horas, em dependências da Universidade Federal do Amazonas, realizou-se a Defesa Pública da Dissertação de Mestrado, intitulada **“O USO DE TECNOLOGIAS NA ANÁLISE TEMPORAL DO PROCESSO DE EXPANSÃO URBANA SOBRE A BACIA HIDROGRÁFICA DO PURAQUEQUERA, MANAUS-AMAZONAS”**, sob orientação do(a) Professor(a) Doutor(a) **ADOREA REBELLO DA CUNHA ALBUQUERQUE (PPGEOG/UFAM)**, do(a) aluno(a) **MICHEL JADER DE OLIVEIRA MIRANDA**, em conformidade com o Art. 83 do Regimento Geral de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas, como parte final de seu trabalho para a obtenção do grau de **MESTRE EM GEOGRAFIA**, área de concentração em **AMAZÔNIA: TERRITÓRIO E AMBIENTE**. A Banca Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: **Professor(a) Doutor(a) Adorea Rebello da Cunha Albuquerque, Presidente (PPGEOG/UFAM)**, **Professor(a) Doutor(a) Mircia Ribeiro Fortes (DEGEO/UFAM)** e o(a) **Professor(a) Doutor(a) Jesuete Pacheco Brandão (PPGEOG/UFAM)**. O(A) Presidente da Banca Examinadora deu início à sessão convidando os membros da Banca e o(a) Mestrando(a) a tomarem seus lugares. Em seguida, o(a) Senhor(a) Presidente informou sobre o procedimento do exame. A palavra foi facultada ao(a) Mestrando(a) para apresentar uma síntese do seu estudo e responder às perguntas formuladas pelos membros da Banca Examinadora. Após a apresentação e arguição pelos membros da Banca Examinadora, esta se reuniu onde decidiu, por unanimidade, que o(a) aluno(a) foi **“APROVADO”**. A sessão foi encerrada. Eu, Maria das Graças Luzeiro, Secretária do PPG-GEOG, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim, pelos membros da Banca Examinadora e pelo(a) Mestrando(a). Manaus (AM), **11 de Maio de 2017**.

Banca Examinadora	Rubrica	Conceito
Prof(a) Dr(a) Adorea Rebello da Cunha Albuquerque Presidente (PPGEOG/UFAM)		“APROVADO”
Prof(a) Dr(a) Mircia Ribeiro Fortes Membro Titular (DEGEO/UFAM)		“APROVADO”
Prof(a) Dr(a) Jesuete Pacheco Brandão Membro Titular (PPGEOG/UFAM)		“APROVADO”
 Michel Jader de Oliveira Miranda Mestrando		
	 Maria das Graças Luzeiro Secretária do PPGEOG	

Dedicatória

Aos meus pais pela base familiar que me proporcionaram e ao incentivo pelos estudos e a minha companheira Ellen Lopes pelo apoio e paciência depositada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela graça da vida e sabedoria que foram fundamentais para a realização desse estudo;

A minha mãe Marivanda e meu pai Miguel no estímulo pelos estudos como forma de crescimento intelectual e profissional;

A minha companheira Ellen Lopes que mesmo na dificuldade do dia a dia e nas barreiras impostas me apoiou e contribuiu para a realização desse estudo;

A minha orientadora professora Adoréa Rebello pelo incentivo, paciência e dedicação no decorrer dessa caminhada;

Aos colegas de mestrado Kelton, Rildo, Ronisley, Marcicley pela ajuda nas dúvidas e na busca por soluções quando elas surgiram;

A professora Mírcia Fortes que me proporcionou o conhecimento necessário em sala de aula durante o estágio;

A coordenação do mestrado em especial a dona Graça sempre disposta a resolver os problemas dos mestrandos;

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

RESUMO

Este trabalho realizou um estudo na bacia hidrográfica do Puraquequara localizada no setor leste da cidade de Manaus, visando compreender o processo de ocupação da bacia. Os procedimentos metodológicos envolveram os moradores das comunidades e dos bairros localizados na bacia, acesso a base de dados digitais, geoprocessamento e análise morfométrica de bacias. Para a geração dos mapas foram utilizadas as ferramentas das geotecnologias, com ênfase para o ArcGIS, Quantum GIS e Google Earth. Os resultados evidenciaram que a parte onde o processo de expansão foi mais intensificado na margem direita da bacia que compreende o setor ocidental. O processo de ocupação se dá nos bairros do Jorge Teixeira, Distrito Industrial e Puraquequara, além das várias comunidades espalhadas na localidade. O processo de formação daquele espaço vem acontecendo com mais intensidade a partir da década de 1990 quando obras de beneficiamento foram realizadas pela prefeitura, permitindo o acesso mais fácil a localidade, contribuindo para o aumento da população local. A mancha urbana suprimiu boa parcela da vegetação nativa do setor ocidental, sendo este o local mais afetado da bacia e o que apresenta as maiores taxas demográficas e de degradação ambiental. No estudo de áreas desmatadas foram retirados um total de 3.547,6 m² de vegetação nativa, destinadas principalmente para atividades agrícolas ou industriais. O setor oriental apresenta mais de 98% de preservação em decorrência da presença do exército no local e de se tratar de uma área de preservação permanente APP. A bacia do Puraquequara possui uma área total de 694,858 km², o rio principal possui extensão de 19,451 km, apresenta 84 rios que formam a bacia, a altimetria do relevo varia de 1 a 145 metros. A bacia hidrográfica do Puraquequara é um tributário da margem esquerda do rio Amazonas, apresenta rede de drenagem com padrão dentrítico de quarta ordem e frequência e densidade de drenagem baixa. A densidade de drenagem da bacia apresenta o valor de 0,78 que caracteriza a bacia como de drenagem pobre, pois para que fosse considerada como uma bacia bem drenada teria que apresentar valor igual ou superior a 3,5. O curso de seus rios é considerado lento e de baixa declividade, sendo uma bacia que apresenta pouca chance de sofrer ação das enchentes.

Palavras-chave: Urbanização; Crescimento populacional; Bacias hidrográficas; Uso e ocupação do solo.

ABSTRACT

This work carried out a study in the hydrographic basin of the Puraquequara located in the eastern sector of the city of Manaus, aiming to understand the process of occupation of the basin. The methodological procedures involved the residences of the communities and neighborhoods located in the basin, access to digital databases, geoprocessing and morphometric analysis of basins. For the generation of the maps, geotechnology tools were used, focusing on ArcGIS, Quantum GIS and Google Earth. The results showed that the part where the expansion process was most intensified in the right bank of basin that comprises the western sector. The occupation process takes place in the neighborhoods of Jorge Teixeira, Distrito Industria and Puraquequara, in addition to the several communities scattered in the locality. The process of formation of this space has been occurring with greater intensity since the 1990 when the beneficiation works were carried out by the city hall, allowing easier access to the increase of the local population. The urban spot has suppressed a good portion of the native vegetation of the western sector, being this the most affected place of the basin and the one that presents the highest demographic and environmental degradation rates. In the study of deforested areas a total of 3.547,6 m² of native vegetation were removed, mainly destined for agricultural or industrial activities. The eastern sector presents more than 98% of preservation due to the presence of the army in the place and of being an area of permanent preservation APP. The Puraquequara basin has an extension of 19,451Km, has 84 rivers that form the basin, the relief altimetry varies from 1 to 145m. The hydrographic basin of the Puraquequara is a tributary of the Amazon river, presents a low drainage network. The drainage density of the basin presents the value of 0,78 that characterizes the basin as of poor drainage, because in order to be considered as a well drained basin it would have to present a value equal to or greater than 3,5. The course of its rivers and considered low slope lentone, being a basin that presents little chance of suffering from the floods.

Key-words: Urbanization, Population growth, Hydrographic basins, Land use and occupation.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Elementos da urbanização.....	29
FIGURA 2 Principais bacias hidrográficas de Manaus.....	46
FIGURA 3 Ocupações irregulares nas margens dos igarapés de Manaus.....	50
FIGURA 4 Uso dos recursos hídricos dos igarapés na Manaus antiga.....	54
FIGURA 5 Sistemas da família das geotecnologias.....	57
FIGURA 6 Softwares que compõem o ArcGIS.....	60
FIGURA 7 Principais bancos de dados do ArcGIS.....	60
FIGURA 8 Ambiente de trabalho do ArcGIS.....	61
FIGURA 9 Imagem raster da cidade de Manaus gerada a partir do software QGIS 2.8.....	62
FIGURA 10 Método utilizado para obtenção de informações através da técnica do sensoriamento remoto.....	63
FIGURA 11 Frequências do espectro eletromagnético.....	64
FIGURA 12 Efeito ação resposta sobre atividades em áreas de bacias hidrográficas.....	98
FIGURA 13 Barcos atracados em frente da vila do Puraquequara (a), presença de sítios na estrada do Puraquequara (b).....	102

LISTA DE MAPAS

Mapa 1	Localização da bacia hidrográfica do Puraquequara.....	24
Mapa 2	Localização do perímetro urbano da cidade de Manaus.....	39
Mapa 3	Malha hidrográfica da cidade de Manaus representada pela delimitação das bacias hidrográficas.....	54
Mapa 4	15 Imagens do satélite Landsat 5 TM da cidade de Manaus na década de 1990 (a) e 2010 (b), destacando o grau de vegetação relacionado ao nível na qualidade de vida dos moradores da cidade de Manaus.....	65
Mapa 5	Modelo digital de elevação (MDE) em níveis de cinza da bacia hidrográfica do Puraquequara destacando os pontos mais elevados em tons claros e as áreas mais baixas em tons mais escuros.....	70
Mapa 6	Classes de declividade do terreno da bacia hidrográfica do Puraquequara.....	72
Mapa 7	Ordenamento dos rios presentes na bacia hidrográfica do Puraquequara.....	75
Mapa 8	Bairros situados no perímetro da bacia do Puraquequara.....	81
Mapa 9	Avanço e crescimento populacional para a região da bacia do Puraquequara.....	82
Mapa 10	Expansionismo urbano para a região da bacia do Puraquequara.....	83
Mapa 11	Setores ocupados durante os períodos estudados na pesquisa no perímetro da bacia hidrográfica do Puraquequara.....	84
Mapa 12	Principais usos do solo no setor sudeste da bacia do Puraquequara.....	85
Mapa 13	Principais usos do solo no setor sudoeste da bacia do Puraquequara.....	87
Mapa 14	Principais usos do solo no setor centro-sul da bacia do Puraquequara.....	89
Mapa 15	Principais usos do solo no setor noroeste da bacia do Puraquequara.....	91
Mapa 16	Degradação ambiental <i>versus</i> crescimento da mancha urbana nos períodos de 1990 e 2000.....	95
Mapa 17	Degradação ambiental <i>versus</i> crescimento da mancha urbana nos períodos de 2010 e 2015.....	96
Mapa 18	Áreas afetadas pela ação antrópica no setor ocidental (I) a, b, c, d, e, f; (II) g, h, i, j, k, l; (III) m, n, o.....	101

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Crescimento populacional de Manaus.....	20
Gráfico 2 Taxas de crescimento das populações rural e urbana no Brasil.....	31
Gráfico 3 Percentual de urbanização <i>versus</i> desmatamento nos domínios oriental e ocidental da bacia hidrográfica do Puraquequara.....	68
Gráfico 4 População dos bairros presentes no perímetro da bacia do Puraquequara.....	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Crescimento populacional de Manaus antes e após a implantação da Zona Franca.....	43
Tabela 2	Estrutura do SIG.....	59
Tabela 3	Parâmetros utilizados na análise morfométrica de bacias hidrográficas	73
Tabela 4	Fórmulas para análise real de bacias hidrográficas.....	77
Tabela 5	Principais afluentes da bacia hidrográfica do Puraquequara.....	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Principais feições analisadas em imagens TM e ETM LANDSAT.....	66
Quadro 2	Hierarquia fluvial da bacia hidrográfica do Puraquequara.....	76
Quadro 3	Relação de bifurcação dos canais.....	76
Quadro 4	Comprimento médio dos canais.....	76

LISTA DE SIGLAS

APP	Área de Proteção Permanente
ANA	Agência Nacional de águas
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
IMPLURB	Instituto Municipal de Planejamento Urbano
PROSAMIM	Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus
PIM	Polo Industrial de Manaus
QGIS	Quantum Gis
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SRTM	Missão topográfica Radar Shuttle
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
USGS	United States Geological Survey
UFAM	Universidade Federal do Amazonas

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	p. 16
OBJETIVOS DA PESQUISA.....	p.22
GERAL.....	p.22
ESPECÍFICO.....	p.22
CAPÍTULO 1 – O FENÔMENO DA URBANIZAÇÃO.....	p.28
1.1 O FENÔMENO DA URBANIZAÇÃO NO BRASIL.....	p.28
1.2 MOVIMENTOS MIGRATÓRIOS E AS OCUPAÇÕES IRREGULARES.....	p.35
1.3 A CIDADE DE MANAUS E O CRESCIMENTO POPULACIONAL.....	p.38
1.4 O EFEITO DA URBANIZAÇÃO SOBRE AS BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	p.44
1.5 POLÍTICAS PÚBLICAS E INTERVENÇÕES NOS IGARAPÉS DE MANAUS.....	p.49
CAPÍTULO 2 – A BACIA HIDROGRÁFICA DO PURAQUEQUARA: CARACTERÍSTICAS E POTENCIALIDADES.....	p.53
2.1 O POTENCIAL HÍDRICO DA CIDADE DE MANAUS E SEUS DIFERENTES USOS.....	p.53
2.2. AS GEOTECNOLOGIAS COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE AMBIENTAL.....	p.56
2.2.1 AS GEOTECNOLOGIAS E O SIG.....	p.57
2.2.2 ARCGIS.....	p.59
2.2.3 QGIS (QUANTUM GIS).....	p.61
2.2.4 SENSORIAMENTO REMOTO.....	p.62
2.2.5 GPS.....	p.66
2.3 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PURAQUEQUARA.....	p.67
2.3.1 GEOLOGIA.....	p.67
2.3.2 GEOMORFOLOGIA E CLIMA.....	p.69
2.3.3. ANÁLISE MORFOMÉTRICA.....	p.73
2.3.4. ORDENAMENTO DOS CANAIS DA BACIA DO PURAQUEQUARA.....	p.75
2.3.5. ANÁLISE LINEAR.....	p.76
2.3.6 ANÁLISE REAL.....	p.77
2.3.7 ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS.....	p.77
2.4 PRINCIPAIS AFLUENTES DA BACIA DO PURAQUEQUARA.....	p.79
CAPÍTULO 3 – PRINCIPAIS TRANSFORMAÇÕES NOS ASPECTOS AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PURAQUEQUARA.....	p.80

3.1 HISTÓRICO DO PROCESSO DE OCUPAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PURAQUEQUARA.....	p.80
3.2 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	p.83
3.2.1 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO SETOR SUDESTE.....	p.85
3.2.2 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO SETOR SUDOESTE.....	p.86
3.2.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO SETOR CENTRO-SUL.....	p.89
3.2.4 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO SETOR NOROESTE.....	p.91
3.3 TRANSFORMAÇÕES OCORRIDAS NOS ASPECTOS NATURAIS DA B. H. P. A PARTIR DA ANÁLISE DE IMAGENS DE SATÉLITE DOS PERÍODOS DE 1990 a 2015.....	p.92
3.4 INTERFERÊNCIAS AMBIENTAIS E TRANSFORMAÇÕES IDENTIFICADAS POR AGENTES ANTRÓPICOS NO SETOR OCIDENTAL.....	p.97
4. CONCLUSÃO.....	p.104
REFERÊNCIAS.....	p.106
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SÓCIOECONÔMICO.....	p.112

Introdução

Com extensão territorial equivalente ao tamanho de um continente, o Brasil é o quinto maior país do mundo, por toda essa extensão se distribuem doze grandes bacias hidrográficas de acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA) nas quais se destacam: bacia Amazônica, Paraná, Parnaíba, Tocantins-Araguaia, São Francisco, Paraguai, Uruguai, Atlântico Nordeste Oriental, Atlântico Nordeste Ocidental, Atlântico Sudeste, Atlântico Sul e Atlântico Leste. Estes aspectos apontam que no território nacional existe um forte potencial hídrico que, na maioria dos casos, é utilizado para as práticas agrícolas como, a irrigação de plantios de diferentes características. Outro uso é voltado para a produção de energia, o que representa mais de 70% do que é consumido no país. Vale destacar ainda que mediante a ausência de vias terrestres devidamente pavimentadas, os rios servem como vias de transporte para mobilidade de pessoas e escoamento de produtos, como acontece principalmente na Região Norte, onde o rio consiste um tipo de transporte fundamental para o escoamento da produção industrial e agrícola.

Destacam-se também pela importância socioeconômica as bacias hidrográficas do Paraná e a bacia Amazônica. A bacia do Paraná serve mais de 42% de seus recursos para a irrigação e 27% para a produção industrial, sendo responsável também, por boa parte da geração de energia que abastece o país, provinda da usina hidrelétrica de Itaipu, abrangendo, os principais estados em nível econômico. A bacia Amazônica é a maior em extensão e volume de águas doces do Brasil, e do mundo, localizada na região Norte do país, recobre quase toda essa região. A maior parte de seus recursos é usada para o abastecimento humano e animal, correspondendo a 33% e 32% respectivamente da demanda local e são usados com maior frequência para o transporte fluvial da maioria dos municípios do Amazonas, que devido à ausência de estradas, foram estabelecidos nas margens dos principais rios do estado.

Destacam-se também as bacias do Tocantins-Araguaia, Parnaíba e São Francisco, que são usadas para a irrigação e práticas agrícolas implantadas nas regiões em que estão localizadas.

Com 190 milhões de habitantes, o Brasil é um país populoso e pouco povoado, a maioria da população brasileira reside nos aglomerados urbanos tanto nas capitais quanto nas regiões metropolitanas, localizadas principalmente nas áreas litorâneas em

virtude da facilidade do acesso a essas áreas e da presença de recursos para a manutenção das necessidades básicas da população. Esse fato está relacionado com o início da ocupação do território nacional pelos colonos que se estabeleceram nessa faixa e depois ao restante do país. Atualmente, este espaço encontra-se ocupado de maneira desordenada, e entre estes se incluem as áreas de proteção permanente - APP¹ localizadas no perímetro das bacias hidrográficas.

Diante do grande potencial de recursos hídricos que o Brasil possui concomitante a demanda populacional para as grandes cidades a partir da metade do último século, as políticas de gestão dos recursos hídricos foram estabelecidas visando o uso consciente e sua manutenção para as futuras gerações. Contudo, não é uma tarefa simples, se observarmos a quantidade de pessoas que retiram das bacias hidrográficas o recurso necessário para a manutenção de suas necessidades básicas.

Para a utilização consciente dos recursos hídricos pelas populações e também indústrias, foram estabelecidas diretrizes que visaram preservar esse recurso, tendo em vista, a maior utilização em diferentes atividades, que acarretariam numa perda significativa da capacidade de suprir a necessidade da população. Com relação a essas atividades, Rocha (2013) destaca o:

[...] conjunto de ações produzidas pelas atividades humanas ao explorar os recursos hídricos para expandir o desenvolvimento econômico, além de priorizar as demandas industriais e agrícolas, somadas ao crescimento das populações e das áreas urbanas, vem se tornando complexa ao longo da história.

A princípio no Brasil os primeiros modelos de gestão das águas surgiram na criação de reservas de proteção permanente, com a inserção de projetos que visavam o uso sustentável dos recursos hídricos. Como exemplo de projetos, tem-se a reserva de desenvolvimento sustentável do Mamirauá no estado do Amazonas. Assim como esta, são verificados outros modelos de reservas ou áreas de proteção que de uma forma integrada, tentam preservar seus recursos de maneira sustentável.

Atualmente de acordo com (RIBEIRO, 2008 apud ROCHA, 2013) [...] a maior fonte de degradação da água está [...] em sistemas industriais e agrícolas e sua devolução ao meio ambiente sem tratamento. Fato cada vez mais comum nos centros

¹ De acordo com o código florestal brasileiro art. 3º, parágrafo II é a área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

urbanos em que a atividade industrial prevaleça. O mesmo já acontece nas bacias hidrográficas localizadas no sítio urbano de Manaus, que por toda cidade servem como escoadouro de água servida e rejeitos das fábricas do Polo Industrial e das casas residenciais.

Visando à manutenção dos recursos hídricos e às áreas de proteção próximas aos corpos d'água, foram criadas leis e diretrizes que regulamentam a ocupação e uso dos recursos existentes nas bacias hidrográficas. A lei de nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 da Política Nacional dos Recursos Hídricos foi estabelecida com o intuito de gerenciar o uso dos recursos hídricos e estabelece no art. 1º, inciso VI que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades, estabelecendo o compromisso mútuo para tentar manter a salvo da degradação os seus recursos hídricos.

A bacia hidrográfica é a unidade de planejamento territorial (Item V, art. 1º, lei 9.433) cabendo ao poder público, Estado ou prefeitura a gestão e planejamento sobre essas áreas, sendo responsável por intervenções quando necessárias dentro do perímetro da bacia.

A lei 9.433 tem como destaque algumas prerrogativas de grande importância social, vejamos alguns tópicos do Art. 2º que tem por objetivo:

- Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- A utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- A prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

De acordo com as prerrogativas da lei 9.433/97, a água é um bem de domínio público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. Tendo como fato o valor como moeda, e recursos escassos, a água passa a receber vital importância nas discussões a respeito de sua manutenção. Sabemos ainda que esse recurso tem reservas não renováveis e que do total de água no planeta, cerca de 97% estão nos

oceanos e são impróprios ao consumo humano, e dos 3% de água potável, apenas 1% estão nos rios e nos lençóis subterrâneos, o restante encontra-se nas calotas polares.

Por esses motivos há uma necessidade cada vez maior em se manter a qualidade da água para as atuais e futuras gerações. A sua falta ou escassez acarretará na exploração econômica sobre seu uso, verificada a sua importância vital para a vida.

A resolução do CONAMA nº 369 de 28 de Março de 2006 dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente- APP. A presente resolução visa estabelecer as diretrizes para o uso dos recursos presentes nas áreas situadas ao longo das áreas de proteção permanente, atendendo a necessidade das comunidades e empresas que estejam instaladas nessas localidades e entornos de bacias hidrográficas ou que pretendem implantar algum projeto que venha suprimir os recursos da bacia. Esta diretriz por sua vez, foi criada para controlar o uso dos recursos hídricos ao longo do curso dos rios, que de maneira consciente tenta impedir sua degradação.

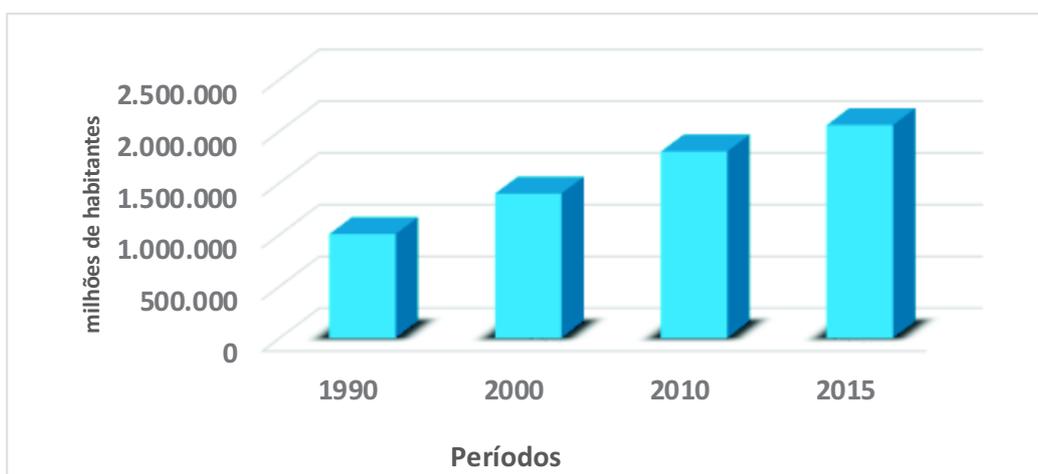
A cidade de Manaus apresenta atualmente um contingente populacional, advindo tanto de diferentes regiões do Brasil, como do interior do Estado, fato explicado pela oferta de postos de trabalho originados no Polo Industrial de Manaus (PIM). Com essa demanda, Manaus é considerada uma das maiores cidades brasileiras em número de habitantes (IBGE, 2016). Sobre esse tema (OLIVEIRA, 2003 apud NASCIMENTO, 2013) menciona que segundo este autor a migração na Amazônia vem influenciando diretamente o crescimento populacional dessa região. Quando os fluxos migratórios são analisados com base no comportamento de cada estado, verifica-se que os de destino urbano são os de maior expressão, com mais de 50% em todos os estados, e o do Amazonas, apresenta um percentual de 93% de pessoas que procuram a capital.

A partir da década de 1960 com o objetivo de desenvolver e povoar a região Norte, é implantado o modelo econômico da Zona Franca no perímetro urbano da cidade de Manaus, gerando oportunidades de empregos e melhores condições de vida, ao mesmo tempo desenvolvendo a região; a partir desse período que se iniciou no final da década de 1960 até os dias atuais a cidade teve um expressivo aumento de sua

população (Gráfico 1), como consequência desse aumento, diversos setores da cidade começaram a ser ocupados de forma irregular e desordenada.

As zonas Norte e Leste de Manaus surgiram principalmente de ocupações irregulares, popularmente conhecidas por “invasões”, conforme Santos (2013), ao mencionar que “as zonas Norte e Leste passaram a ser efetivamente ocupadas na década de 1980 e hoje, são as áreas mais atingidas pela degradação ambiental”, principalmente porque existe nestes locais a presença extensa de recursos necessários à manutenção da vida. Albuquerque (2012) salienta que “As bacias hidrográficas representam a área de captação de um recurso fundamental para a vida humana, a água”.

Gráfico 1: Crescimento populacional de Manaus



Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda
Fonte: IBGE

Ao longo dos períodos de 1990 a 2015 intensificou-se o processo de alteração das características naturais das bacias hidrográficas pela ação humana, e à medida que, as taxas de população aumentaram esse contingente avançou para locais com cobertura de floresta e cursos fluviais. Diante desse processo, se torna evidente a remoção da vegetação ciliar, para a construção de edificações, de modo irregular sobre as áreas de inundação dos canais hidrográficos. Tais edificações, não apresentam rede de esgotamento sanitário adequado, e os resíduos e efluentes gerados são lançados diretamente nos igarapés. Esse fato é explicado por que os recursos presentes nas áreas das bacias são favoráveis, para a implantação de diferentes atividades

socioeconômicas como irrigação, lazer, navegação, energia, uso doméstico, moradia e outras. Albuquerque (2012) menciona que “[...] a disponibilidade da água, enquanto recurso propicia a ocupação da bacia hidrográfica praticamente por toda a extensão territorial, fato que em geral, se define por taxas de densidade elevada” p.204. Estas atividades necessitam de expressiva quantidade de recurso hídrico para se estabelecer o que ao longo do tempo, irá afetar significativamente a estrutura física dessas bacias.

As taxas populacionais em Manaus apresentaram expressivo crescimento em um período de quarenta e cinco anos, mais precisamente a partir da década de 1970, ano em que existiam na cidade cerca de 473.545 habitantes. Estes números saltaram nos dias atuais para 2.057.711 milhões de habitantes (IBGE, 2016), nesse período a demanda populacional foi a maior da região Norte e a taxa de crescimento urbano foi superior a taxa nacional, correspondendo a 2,15%. Esse fato gera uma preocupação constante diante do uso desordenado do solo e dos recursos naturais ainda presentes nas grandes cidades, principalmente sobre as bacias hidrográficas que representam ecossistemas muito importantes.

As bacias hidrográficas constituem um conjunto de cursos fluviais, formado por um rio principal e os rios secundários que servem de fornecedores de água. Esse conjunto é caracterizado pela presença de fauna e flora abundantes, responsáveis pela manutenção do equilíbrio ecológico em uma pequena escala. Manaus apresenta um conjunto de cinco grandes bacias no seu perímetro urbano, dentre as quais se destacam a bacia hidrográfica do Mindú, Educandos, Franceses, Bindá, Franco e Quarenta (SOUSA et al., 2013).

Os problemas ambientais ocorridos nos cursos fluviais e nas bacias hidrográficas se traduzem com maior visibilidade, em decorrência da falta de políticas públicas para atender às necessidades das populações, como moradia e emprego por exemplo. Ao se deparar com a ausência da perspectiva de melhoria, as demandas de populares não encontraram alternativa, senão ocupar as áreas e entorno das bacias hidrográficas. Essa ação popular acarretou posteriormente numa intervenção das características naturais do meio ambiente, como é o caso da bacia do Puraquequara. Por essa razão justifica-se este estudo e entendimento sobre suas alterações naturais.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

- Contextualizar as modificações ambientais na área delimitada pela bacia hidrográfica do Puraquequara, em decorrência do processo de expansão urbana no setor leste da cidade de Manaus.

2.2 ESPECÍFICOS

- Identificar dentro do perímetro da bacia hidrográfica do Puraquequara as áreas ocupadas em períodos distintos 1990, 2000, 2010 e 2015.
- Verificar as principais interferências ao longo dos períodos na área da bacia hidrográfica do Puraquequara.
- Classificar os tipos de ambientes segundo os graus de interferências
- Conhecer as principais formas de uso da terra ao longo dos períodos estudados na área delimitada pela rede de drenagem da bacia hidrográfica do Puraquequara.

Com relação aos recursos hidrográficos o município de Manaus está composto por cinco grandes bacias hidrográficas Albuquerque (2012), tendo destaque a do Tarumã Açú no setor oeste, a do Puraquequara no setor leste, seguindo-se as bacias do São Raimundo e Educandos, compostos por uma ampla rede de afluentes que recobrem quase que todo o perímetro urbano da cidade.

A seleção da bacia hidrográfica do Puraquequara decorre em face à necessidade de identificar as modificações que podem alterar a área drenada desta bacia diante da expansão urbana concentrada no setor leste da cidade de Manaus.

Com base no contexto apresentado, esta dissertação se apresenta em três capítulos, que foram abordados da seguinte forma:

CAPÍTULO I - Fenômeno de Urbanização

Neste capítulo foram apresentados os principais fatores responsáveis pela explosão do fenômeno da urbanização no Brasil, evidenciando a importância que as cidades ganharam no século XX relacionado principalmente com a industrialização e o

intenso êxodo rural. O estudo se baseia nos pressupostos de Santos (1993), Carlos (1992), estudiosos que norteiam o estudo desse processo de urbanização. Entender a relação do intenso êxodo rural com a industrialização nas grandes cidades como fator atrativo de populações, chegando até os problemas que uma superpopulação acarretará nas bacias hidrográficas presentes nas grandes cidades brasileiras, destacando a cidade de Manaus.

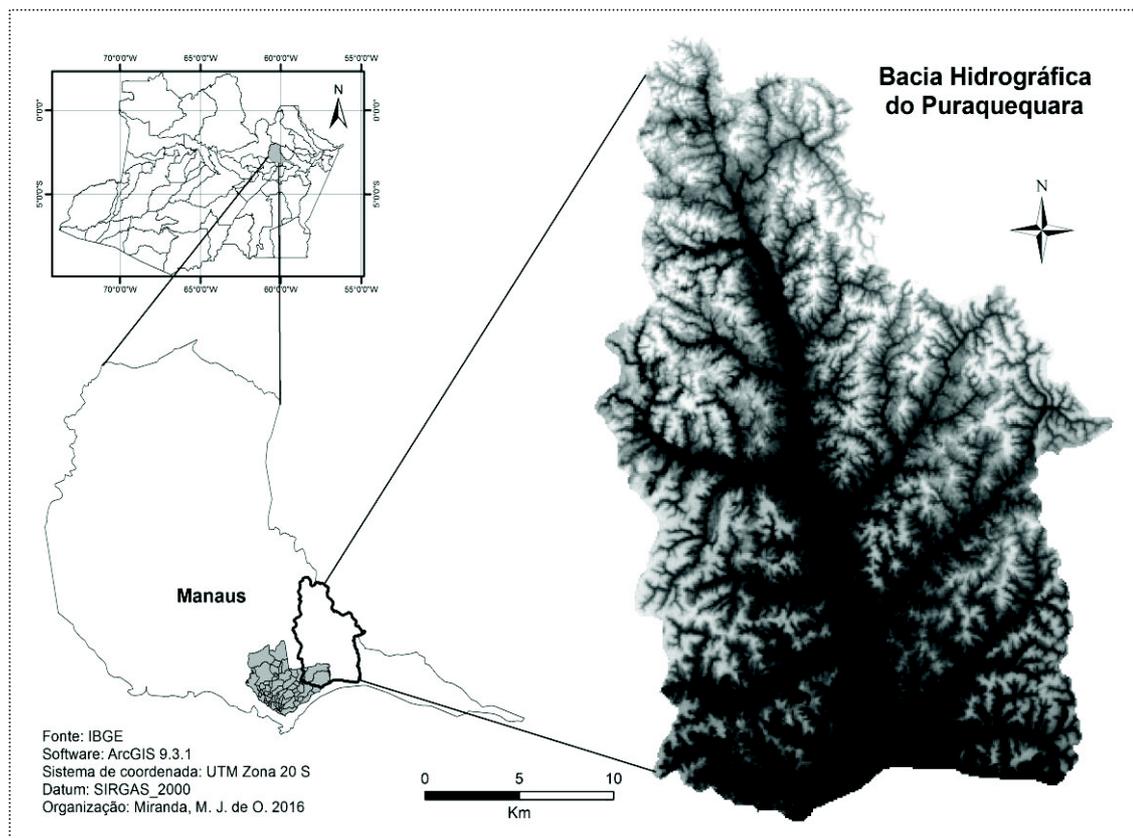
CAPÍTULO II – A bacia hidrográfica do Puraquequara: Características e potencialidades. Neste capítulo foram expostos os principais usos da água na cidade de Manaus em períodos históricos. Mencionou-se também as principais ferramentas relacionadas a análise ambiental em destaque ao uso das geotecnologias como ferramenta de auxílio no estudo da degradação e modificações ambientais no perímetro da bacia hidrográfica do Puraquequara; decorrentes de ocupações irregulares e do avanço populacional em áreas de proteção ou vegetação nativa. A análise morfométrica será apresentada para tratar dos aspectos físicos da estrutura geológica e dos rios que cobrem a região.

CAPÍTULO III – Resultados e Discussão – apresenta os resultados do estudo feito ao longo dos períodos de 1990 a 2015, sobre as alterações decorrentes do avanço populacional e da ação antrópica na bacia hidrográfica do Puraquequara, relacionando tais alterações com a falta de políticas que atendessem as necessidades básicas dos moradores dessas áreas e de uma atuação mais eficiente das autoridades na tentativa de preservação de seus recursos.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do Puraquequara (Mapa 1) está delimitada entre as seguintes coordenadas geográficas 2°42' S e 3°06' S, 59°58' W e 59°42' W na Zona Leste da cidade de Manaus na margem esquerda do rio Amazonas. No que diz respeito à geologia do terreno, esta bacia está situada sobre a formação Alter do Chão, é uma das principais bacias hidrográficas da cidade, juntamente com a bacia do Tarumã-Açú, e juntas formam as vertentes naturais dos setores leste e oeste do perímetro urbano de Manaus.

Mapa 1: Localização da bacia hidrográfica do Puraquequara



Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda

Fonte: IBGE

Deve-se ainda destacar que, estudos cuja providência seja um aprofundamento maior sobre esta problemática do uso e ocupação das bacias hidrográficas é de vital importância, já que a ausência de informações mais precisas, não deixam claros os reais impactos ali instalados pela ação antrópica, e que se identificados, servirão como parâmetro para amenizar e preservar o meio natural e o curso de rios.

4. METODOLOGIA

Para a obtenção dos objetivos propostos, o presente estudo tratou do processo temporal de impactos ambientais sobre a bacia hidrográfica do Puraquequara a partir do auxílio das técnicas de geotecnologias e do processamento digital de imagens de satélite.

As interpretações de imagens de satélite foram trabalhadas para identificar as modificações na área correspondente à delimitação da bacia ao longo dos períodos de 1990, 2000, 2010 e 2015 as suas respectivas reestruturações. A finalidade foi visualizar o avanço da degradação das áreas e entornos, mediante as intervenções antrópicas e o não cumprimento das políticas públicas previstas na legislação.

Foram usadas imagens do satélite *Landsat 5* e *Landsat 8* disponíveis no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE, no formato SRTM zona 20S do município de Manaus dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2015.

As imagens foram trabalhadas com o uso de software livre Quantum GIS QGIS 8.1 e ArcGIS 9.3.1 destacando o perímetro da bacia hidrográfica do Puraquequara, imagens essas armazenadas em banco de dados disponíveis gratuitamente na internet, foram utilizados dados geológicos e geomorfológicos da bacia hidrográfica do Puraquequara também disponíveis em base de informações digitais.

Dados relacionados à expansão populacional no Brasil e no município de Manaus, disponíveis em sites governamentais como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE, Serviço Geológico do Brasil CPRM, Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias EMBRAPA, site da prefeitura municipal de Manaus, que serviram de apoio informacional, como comparativos em períodos distintos para uma análise temporal da relação do aumento da população, crescimento urbano, interferências sobre o meio ambiente e as leis que regulamentam a ocupação e uso dos recursos hídricos. Todos os dados apurados serviram como norte para evidenciar a expansão urbana com o uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Puraquequara.

O trabalho teve como base característica os levantamentos de dados colhidos em campo, para coleta de dados do local estudado, sendo utilizado um GPS de precisão em que foram marcados pontos para melhor realização do estudo, esta ferramenta serviu como meio de identificar e compor a área total estudada na pesquisa, para informações mais apuradas.

A pesquisa utilizou-se também do levantamento bibliográfico, através de artigos científicos, livros, periódicos, material disponível na Internet, dissertações e as legislações que regulamentam atividades sobre bacias hidrográficas, com características relevantes em cada período em que o estudo se baseou. Para

delimitação da área de estudo, foram utilizadas imagens de satélite disponibilizadas pelos órgãos competentes, consultadas na Internet, o uso das técnicas de geoprocessamento foi fundamental neste estudo levando-se em conta sua relevância científica e para uma melhor delimitação da área estudada.

Em campo, o estudo se baseou em um questionário, previamente estabelecido que foi aplicado com os moradores mais antigos do local e serviu de base para o entendimento das modificações que já ocorreram na bacia e seus entornos ao longo dos períodos analisados; após o levantamento de informações com o uso do questionário, foi feita uma relação entre os dados coletados, juntamente com o levantamento bibliográfico e com as imagens de satélite dos diferentes períodos, deste modo houve uma reflexão tendo como base essas informações e foi feito um estudo para determinar o real impacto da intensa ação das populações advindas de outras regiões sobre o meio ambiente da bacia do Puraquequara.

As técnicas de geoprocessamento foram um instrumental de grande utilidade nesta pesquisa e se mostraram eficazes em estudos de diferentes ciências e também na identificação dos fatores de determinação de uso e deterioração do solo, como afirma Campos (2004) indicando que “O sensoriamento remoto e o geoprocessamento constituem-se em técnicas fundamentais para a manutenção de registros do uso da terra ao longo do tempo”. Já para Florenzano (2011), o sensoriamento remoto é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre.

Atualmente o geoprocessamento e sensoriamento remoto são ferramentas fundamentais para estudo em diferentes áreas da ciência, já que permitem uma visualização ampla e mais específica sobre diferentes setores das características naturais. E nos estudos sobre as bacias hidrográficas e suas características físicas e interferências humanas, esta ferramenta mostrou-se de grande impacto, já que, evidenciou mais precisamente suas alterações nas últimas décadas.

As Geotecnologias que serviram como ferramenta base nesse estudo, consistem num conjunto de técnicas e instrumentos interativos para tratamento da informação espacial, e integram os Sistemas de Informações Geográficas SIG, Sensoriamento Remoto SR, Desenho Digital e Sistema de Posicionamento Global GPS (FONSECA et al. 2011).

Elas consistem num conjunto de itens que permitem uma espacialização maior sobre o local ou área a ser estudado, fazem parte desse conjunto os Sistemas de Informações Geográficas SIG, Sensoriamento Remoto que é a técnica que captura imagens a longa distância, os Softwares que sintetizam os dados analisados, o Sistema de Posicionamento Global GPS e principalmente o usuário que é a pessoa que fará o estudo com base nessa técnica.

Diante de tais benefícios, essas técnicas que não se restringem apenas a área da Geografia, mas num complexo científico bem maior, fixaram-se no ramo da ciência e ganharam espaço, e hoje qualquer tipo de estudo utiliza como ferramenta de auxílio as geotecnologias.

Para a realização da análise morfométrica, em que se pretende obter informações como perímetro da bacia, área total da bacia, comprimento do canal principal e comprimento da bacia, foram utilizadas as técnicas de Horton (1945) que possibilitou obter uma abrangência maior sobre os aspectos físicos do local. As técnicas de análise morfométricas foram utilizadas na rede hidrográfica da bacia hidrográfica para o reconhecimento de suas feições.

Para a obtenção das áreas degradadas, foi utilizado o software google Earth e o site earthpoint.us., inicialmente foi utilizada a ferramenta inserir polígono, demarcando as áreas identificadas, usou-se essa demarcação e no site na ferramenta cálculo de área foi possível estabelecer a real dimensão das áreas já suprimidas de vegetação, possibilitando o entendimento sobre a questão da relação do avanço populacional com a degradação ambiental na localidade.

Com a crescente populacional somente no último século, as inovações tecnológicas para estudos principalmente dos impactos nas bacias hidrográficas em decorrência de seu uso e ocupação tornaram-se essenciais, para um melhor aproveitamento e maior detalhe da atuação dos atores das mudanças físicas desses locais.

Capítulo I - Fenômeno da Urbanização

1.1 Fenômeno da Urbanização no Brasil

No século XVIII na Inglaterra um fenômeno eclodiu e atingiu de modo intenso a forma como os meios de produção seriam realizados. A partir daquele momento em diante, os resultados que a Revolução Industrial traria aos países, seria muito mais abrangente que seu efeito econômico. Surgiam concomitante, outros modelos de habitação, uma nova tendência que foi a urbanização e a ocupação das grandes cidades, a forma como as pessoas iriam relacionar-se no espaço urbano seria modificado e entendida na visão de Carlos (2007) como:

O processo de reprodução do espaço na metrópole apresenta como tendência a destruição dos referenciais urbanos, isto porque a busca do incessantemente novo, como imagem do progresso e do moderno, transforma a cidade em um instantâneo, onde novas formas urbanas se constroem sobre outras, com profundas transformações na morfologia, o que revela uma paisagem em constante transformação.

Com base neste contexto vislumbra-se a partir de então uma expansão territorial do fenômeno que a urbanização causaria em todo o mundo, evidenciando o que vemos atualmente em todos os países, um acúmulo generalizado de populações e do uso cada vez mais abusivo dos recursos naturais, dado o estilo de vida que o capitalismo produz.

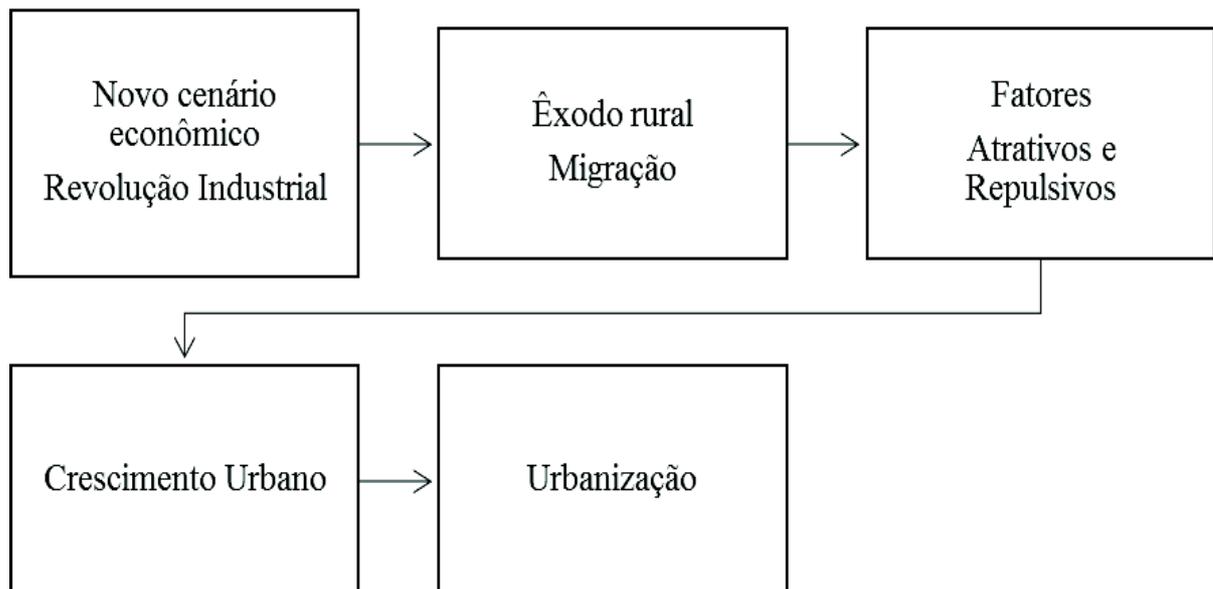
A respeito do crescimento desordenado das cidades, Souza Junior (2013) comenta:

Uma característica semelhante em todo o mundo é que processo de expansão e desenvolvimento urbano passou a ocorrer, principalmente, após a industrialização de suas economias, onde vários fatores como a mecanização da agricultura e, consecutivamente, o êxodo rural fizeram com que várias cidades crescessem de forma desorganizada (do ponto de vista técnico-urbanístico), comprometendo as áreas com cobertura vegetal natural e levando a deterioração dos refúgios de fauna e flora, a impermeabilização e a erosão do solo, a perda da qualidade dos mananciais de abastecimento e a concentração de poluentes no ambiente. (p. 14)

Sobre o tema Deák e Schiffer (2015), comentam alguns fatos que ocorreram durante o processo de urbanização brasileiro, destacando que, [...] “as cidades, além de começarem a crescer, iam perdendo suas características em contraponto ao campo, [...] para se transformarem em aglomerações urbanas”. O que permite analisar esse processo entendendo suas raízes a partir do desaparecimento da autonomia do campo em relação à cidade, partindo para apenas um setor autônomo e o campo passou a ser dependente das ações econômicas da cidade.

Para entender o processo de urbanização (Figura 1), é necessário compreender que se deve aprender os fatores que se interligam e juntos foram responsáveis por esse fenômeno que a partir daquele momento mudaria o modo como as pessoas se relacionariam e ocupariam o espaço geográfico.

Figura 1: Elementos da urbanização



Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda

Esse modelo de urbanização foi instituído nos moldes que o processo de inserção do capitalismo exigiu e como foi observado em Londres no auge da industrialização, quando a cada dia ali chegavam milhares de famílias vindas dos campos em busca de oportunidades, entretanto, a cidade não se desenvolveu na mesma proporção que o crescimento das taxas populacionais. Esse fato também é entendido quando analisamos os conceitos do capitalismo, o da geração de riquezas, da produção em

massa e da necessidade de mão de obra. O conjunto desses fatos contribui para elucidar o quanto o processo de urbanização deve ser entendido como uma reprodução do sistema capitalista as demais nações.

Com a mundialização do efeito capitalista sobre as cidades, pode-se entender o espaço urbano como fonte do entendimento da sociedade contemporânea, ou seja, ao efeito que o rompimento das fronteiras das cidades causara na sociedade atual e ao modo como estas se relacionariam com os novos espaços geográficos do mundo moderno. Contudo, esse efeito da urbanização só foi vislumbrado no Brasil em meados do século XX, quando o país entrou na onda da industrialização como destacam Deák e Schiffer (2015) mais precisamente na década de 1920, com [...] a instalação da primeira montadora de automóveis no país (a General Motors) como meio de reprodução da população e modernização de seu espaço físico.

Nos fins do século XIX até a segunda Guerra Mundial no século XX, o espaço brasileiro se configurava de modo geral pela atividade agrícola, demonstrando que o processo de industrialização ainda não havia se instalado em todas as partes do território nacional, somente nos principais polos econômicos da época, como as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro. Muitos fatos ocorridos durante o período citado ajudaram a fortalecer o processo de urbanização brasileiro.

A quebra da bolsa de valores de Nova Iorque em 1929 afetou drasticamente as exportações de café do Brasil, que até aquele instante representavam boa parte do que era consumido mundialmente, esse fato forçou o país a reduzir suas vendas pelo risco de superprodução e passou a produzir a maioria de seus insumos, principalmente os essenciais como alimentos, roupas, calçados, materiais de construção e etc., incentivando ao mesmo tempo o desenvolvimento econômico das capitais atrelado ao crescimento populacional.

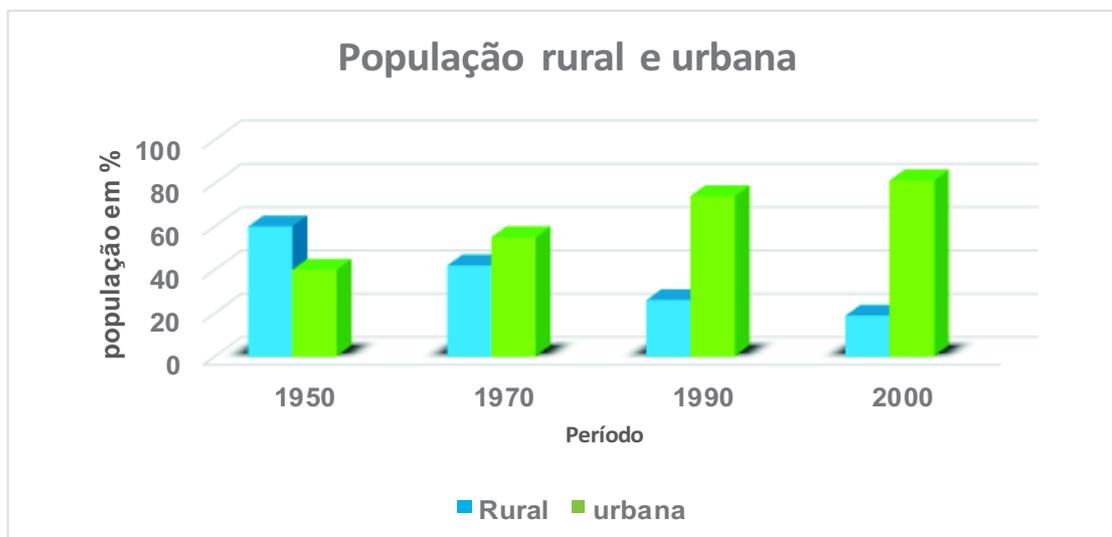
Antes do Brasil se tornar um país essencialmente urbano, com uma boa parcela de sua população vivendo nas grandes cidades, este tinha como base econômica e de moradia as áreas rurais, tendo como prática de sobrevivência o plantio de determinadas culturas até a criação de animais de corte e leiteiro, que serviriam para a manutenção de sua família (SHANIN, 1988).

Foi um árduo momento político para o Brasil, tendo em vista, sua estreita ligação com a agricultura e também na criação de animais fato que nos permite entender a

dimensão que a agricultura tinha para a população brasileira, como já destacava Santos (1993) afirmando que [...] a base econômica da maioria das capitais brasileiras era, até o fim da segunda guerra, fundada na agricultura.

O processo de urbanização no Brasil intensificou-se bastante a partir dos anos de 1950 e 1960 (Gráfico 2), período que de acordo com Bueno (2012) “[...] as populações rural e urbana mantiveram-se equivalentes em 1945, predominando esta última somente a partir de 1970” p. 14. Com a chegada de inúmeras empresas principalmente na produção de bens duráveis como automóveis, estradas e ferrovias o processo urbanístico acentuou-se tendo em vista a gama de oportunidades que necessitavam os vários projetos urbanísticos.

Gráfico 2: Taxas de crescimento das populações rural e urbana no Brasil



Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda

Fonte: IBGE

Com o desenvolvimento acelerado das cidades brasileiras, veio o surgimento de problemas comuns atualmente, como uso desordenado do espaço urbano e degradação ambiental.

Souza Junior (2013) assinala sobre o desenvolvimento das cidades, indicando:

Com o passar dos anos, a maioria das cidades brasileiras foram se tornando um lugar cada vez menos sustentável devido à forma que os espaços urbanos foram se desenvolvendo e se estruturando, no caso, visando somente o

crescimento econômico, deixando-se a dimensão social em plano secundário e negligenciando-se a qualidade ambiental mais ainda.

Uma característica semelhante em todo o mundo é que processo de expansão e desenvolvimento urbano passou a ocorrer, principalmente, após a industrialização de suas economias, onde vários fatores como a mecanização da agricultura e, consecutivamente, o êxodo rural, fizeram com que várias cidades crescessem de forma desorganizada (do ponto de vista técnico-urbanístico), comprometendo as áreas com cobertura vegetal natural e levando a deterioração dos refúgios de fauna e flora, a impermeabilização e a erosão do solo, a perda da qualidade dos mananciais de abastecimento e a concentração de poluentes no ambiente. (p.14)

Este contexto se evidencia em torno de um complexo de recursos que as cidades ofereciam e também ao modelo de geração de recursos que as movimentavam. Esse modo de ocupação do solo mais à frente seria responsável por muitos problemas de ordem socioambiental que as cidades brasileiras iriam conhecer.

Durante o período do governo militar vários projetos federais de colonização foram implantados com o propósito de desenvolver a economia brasileira a partir da inserção de indústrias, principalmente nas regiões consideradas pouco povoadas e desenvolvidas, como a região Norte e Nordeste. Porém a principal justificativa para esses projetos de povoamento de outras regiões do país estava ligada principalmente por questões que Browder e Godfrey (2006) assinalaram:

[...] preocupações geopolíticas motivaram os planos ambiciosos de desenvolvimento regional na Amazônia, [...] preocupações com a soberania nacional em uma região remota e esparsamente povoada que levaram a uma determinação de “plantar a bandeira” através de uma maior presença brasileira (p. 93)

O período dos governos militares marcaram profundamente o país pelo modelo que se entendia ser eficaz para preencher os imensos vazios demográficos que existiam no Brasil, verificando que até aquele momento as regiões mais povoadas estavam localizadas na zona costeira e nas regiões Sul e Sudeste.

Foi a época de imensos campos de obras em que se transformou o Brasil, como na construção de grandes estradas como a Transamazônica, Belém Brasília, a própria construção de Brasília, ressalta-se que esses projetos lançaram ondas massivas de migração espontânea para a região o que mais tarde responderia pela forma de habitação que muitos seguiriam.

Até fins dos anos 2000 o Brasil passou por um processo expressivo na mudança de cenário econômico e no advento das grandes cidades com acelerados crescimentos populacional e da mancha urbana, houve um surto na migração de pessoas vindas dos campos que passaram a viver nas cidades; o campo conseqüentemente perdeu espaço, com a queda de oportunidades de emprego atrelados à mecanização agrícola e, ao desemprego em massa.

Santos (1993) afirma que o efeito da urbanização em escala nacional foi mais acentuado, relacionando-o principalmente com a elevada taxa de natalidade e de mortalidade em descenso. Fatores essenciais para o crescimento demográfico de um lugar. As metrópoles por apresentarem os recursos necessários ao desenvolvimento, transformaram-se no berço para uma acentuada parcela da população contemporânea.

De acordo com Brito (2006):

A rápida urbanização do território brasileiro não é um processo estritamente demográfico. Tem dimensões muito mais amplas, é a própria sociedade brasileira que se torna cada vez mais urbana. As cidades, além de concentrarem uma parcela crescente da população do país, convertem-se no locus privilegiado das atividades econômicas mais relevantes e transformam-se em difusoras dos novos padrões de relações sociais – incluindo as de produção – e de estilos de vida. (p. 223)

Vale salientar que outro fator responsável pelo desenvolvimento da população foi a elevação da economia, à medida que ela se fortalecia e estruturava-se, beneficiava a classe média e estimulava o consumo, ambos os fatos impulsionaram à expansão industrial (SANTOS, 1993). A indústria até então representava o ponto de absorção da grande parcela de mão de obra.

As cidades durante o processo de mudança de cenário econômico ganharam força, com o êxodo rural, observando a migração dos postos de trabalho para as cidades, e a partir da chegada de grandes empresas, se minimizou as possibilidades de trabalho no campo e com as fábricas tornando-se o lugar do emprego, da melhoria de vida, a zona rural teve ao mesmo tempo o seu declínio econômico.

Em relação a importância das cidades, Santos (1993) cita o exemplo em que [...] o senhor do engenho só vai a sua propriedade no momento do corte. O exemplo dado refere ao período em que os donos das fazendas, deixaram de morar na área rural e

foram para a cidade, retornavam as suas fazendas somente nas épocas de colheita. Exemplificando, desse modo o quanto as cidades como cenário econômico passaram a ter maior visibilidade em relação ao campo.

Com o aumento das populações e com a prosperidade que as cidades representavam e o seu desenvolvimento acentuado nas últimas décadas, houve a crescente necessidade por espaços possíveis de serem habitados e que agreguem as novas demandas populacionais que a cada dia chegavam às metrópoles. Os grandes aglomerados urbanos acabaram sendo as principais áreas de captação dessas pessoas nas últimas décadas.

A urbanização já apresentava seus problemas, o que se presencia atualmente é muito visível, a ausência de locais próprios e adequados para a moradia. Locais que ofereçam os recursos essenciais e oportunidades de melhoria de vida configuram-se como locais atrativos, ou seja, o mínimo que se espera encontrar quando as demandas populacionais migraram para as metrópoles, fugindo justamente da ausência desses recursos.

As cidades brasileiras seguindo o modelo capitalista, deram origem as chamadas periferias, que são bairros mais afastados do centro da cidade, precários em sua estrutura com ausência de recursos básicos como saneamento básico e água encanada e terrenos à preços populares. São segregados socialmente pela política econômica que se inserem, afastados para essas localidades pelos altos valores impostos nas residências próximas dos centros, impedindo assim a sua aproximação. A grande massa que faz residência nas periferias esta composta principalmente por pessoas de baixa renda, porém na visão de (DEÁK e SCHIFFER, 2015) esses locais servem como base na produção do espaço urbano.

As cidades apresentam recursos indispensáveis à melhoria de vida, justamente por isso apresentam uma ampla rede de serviços e oportunidades e são considerados locais oportunos e de fácil acesso para quem necessita. Contudo, mesmo com a crescente demanda, as formas de ocupação dentro das cidades não acontecem de maneira organizada e nem estruturada, todos os espaços encontrados são habitáveis incluindo as áreas naturais, desde que haja um planejamento urbano, porém, a maior parte das áreas dentro das cidades são ocupados de maneira desordenada, interferindo na estrutura das áreas verdes e dos cursos fluviais.

Tucci (2008) afirma que “o crescimento urbano ocorrido nas últimas décadas transformou o Brasil num país essencialmente urbano (83% de população urbana)” p.98. Em Manaus esse fenômeno não aconteceu de forma diferente ao restante do país. Manaus possuindo um polo industrial ativo e com uma variedade de oportunidades para a geração de empregos, não estaria excluída desse processo. A taxa de ocupação irregular dentro das cidades chega a cinquenta por cento em nível nacional, esse crescimento foi observado principalmente nas populações carentes e de baixa renda, decorrente das condições de habitação imprópria ou inadequada.

Para Tucci (2008) o aumento populacional “deve dobrar nos próximos dez anos” p. 98. Observando esses fatores, verifica-se que em escala mundial, a maneira de habitação nas cidades, torna-se a cada ano, mais intensa, perspectiva que se confirmará nesse século, considerando os fatores econômicos juntamente com o potencial que os recursos naturais presentes nos perímetros urbanos propiciam.

A medida que as cidades brasileiras crescem com o advento da indústria e com a expressiva migração advinda principalmente dos campos, surgiu um novo conceito para o fenômeno da urbanização, as regiões metropolitanas que marcaram uma nova tendência entre as metrópoles, contudo, essas metrópoles são distintas entre si, econômico e politicamente, como Santos (1993) salienta que os lugares presentes dentro das cidades são funcionais e centrais.

Em diferentes regiões do país, as pessoas quando migram para outras cidades, acabam frente a um cenário totalmente atípico e se veem obrigadas a morar nas zonas mais distantes do centro, geralmente nas periferias ou na área rural. Em geral, ainda são espaços com forte presença de vegetação nativa e de rios compostos por uma ampla rede de afluentes, as chamadas bacias hidrográficas, que para muitos representa o campo, em que podem praticar a agricultura de subsistência e criação de animais de pequeno porte, como meios de obter recursos básicos para o sustento da família.

1.2– Movimentos migratórios e as ocupações irregulares

O movimento de grandes massas populacionais do campo para as cidades, também conhecido como êxodo rural, teve seu ápice em escala mundial a partir do

século XVIII com a explosão da revolução industrial na Inglaterra, juntamente com a diminuição de oferta de empregos no campo. A partir daquele momento esse trajeto passou a servir de modelo para os demais países em relação ao movimento populacional e, no Brasil esse efeito foi responsável pelo crescimento de muitas cidades.

Os fatores básicos que ajudam a compreender o enorme crescimento populacional das cidades brasileiras estão ligados principalmente ao aumento das taxas de crescimento natural atreladas à elevação das migrações internas. Em todo território nacional a movimentação de grupos populacionais para outras regiões já acontece há muito tempo, principalmente a partir da metade do século XX, com a decadência econômica do setor rural.

A grande massa de migrantes sai de seus locais de origem e vão em busca de condições de vida adequada, emprego e moradia, e quando na ausência dessas condições em seus locais de origem, acabam forçados a partir para outros lugares.

Todo esse efeito no crescimento das cidades brasileiras está relacionado de acordo com Brito (2006):

O acelerado processo de urbanização no Brasil, como decorrência das migrações internas, é um fenômeno relativamente recente e se articula com um conjunto de mudanças ocorridas na economia, na sociedade e na política brasileira, no século passado, especialmente na sua segunda metade. (p. 221)

As regiões Sudeste e Sul apresentam as maiores taxas de migrações, relacionando isso com o grande parque industrial e a diversidade econômica presentes nestes locais, com isso a abertura de postos de trabalho e melhoria de vida seguiram na mesma proporção em que sua população aumentava. A maior parte dos migrantes que chegam às cidades do Rio de Janeiro e São Paulo é oriunda da região Nordeste.

Para Brito (2006), essa enorme transformação da sociedade brasileira tinha como um dos seus principais vetores a grande expansão das migrações internas. O acelerado processo de crescimento das cidades brasileiras está ligado a esse movimento das massas entre as regiões e também com relação as migrações intrarregionais, ou seja, em meio a mesma região.

Com respeito ao acelerado crescimento das cidades Deák e Schiffer (2015) são enfáticos ao afirmarem:

A urbanização brasileira estava intimamente ligada aos processos migratórios naquele período. O Censo de 1970 indicava que cerca de 50% do crescimento urbano era devido às migrações internas em termos de média geral para o Brasil. Na década de 1980, o crescimento numérico da população urbana é maior do que o da população total. (p.125,126)

O processo migratório foi eficaz no que diz respeito ao adensamento demográfico da maioria das cidades brasileiras. Esse modelo de povoamento já foi muito concentrado na região Sul e Sudeste, mas, nas últimas décadas, passou a seguir novas rotas, seguindo para as regiões Norte e Centro-Oeste, com a implantação de polos de desenvolvimento econômico no Amazonas e na intensa abertura de canteiros de obras como a construção da cidade de Brasília e de outras obras importantes na região Centro-Oeste e proximidades.

Na região Norte esse forte movimento migratório aconteceu com maior intensidade no período dos grandes projetos de colonização e na oferta de terras na Amazônia, depois com a implantação de polos de desenvolvimento econômico como a Zona Franca de Manaus, que na sua implantação, criaram postos de trabalho e tornaram-se locais propícios a atração de pessoas.

Manaus foi uma das cidades da região Norte que mais atraiu migrantes naquele período, a maioria vindos principalmente de cidades nordestinas como Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte (COELHO, 2006). Fatores como a fome e miséria decorrentes da seca no sertão e a busca por riquezas vislumbrados pelo extrativismo, motivaram a saída desse contingente para a Amazônia. (BENCHIMOL, 1999 apud COELHO, 2008) indica que aproximadamente 500 mil nordestinos vieram fazer a Amazônia, representando assim o maior movimento humano das migrações internas da história brasileira.

A maioria das pessoas que migraram para o Amazonas ficou concentrada na capital, atraída pelos incentivos de emprego e renda que a cidade ofertava e da inexistência de oportunidades que o interior e cidades próximas à capital desproviavam. Isso é consequência do fraco desenvolvimento econômico do interior do Estado, que não acompanhou o da capital, e sua economia ficou restrita a atividade extrativista

como na produção da Juta, e na extração do látex, por exemplo, e na dependência dos recursos enviados pela capital. Por esse motivo é que não apresentavam perspectivas tão atrativas de crescimento econômico como aconteceu com a atividade industrial e comercial em Manaus.

Todo esse movimento migratório para Manaus resultou num adensamento populacional que para muitos não foi satisfatório, mediante a ausência de recursos esperados, fator que o atraiu para a cidade. A promessa de emprego acabou por não se concretizar e a especulação imobiliária os expulsou para locais afastados e impróprios à moradia, distantes da área central.

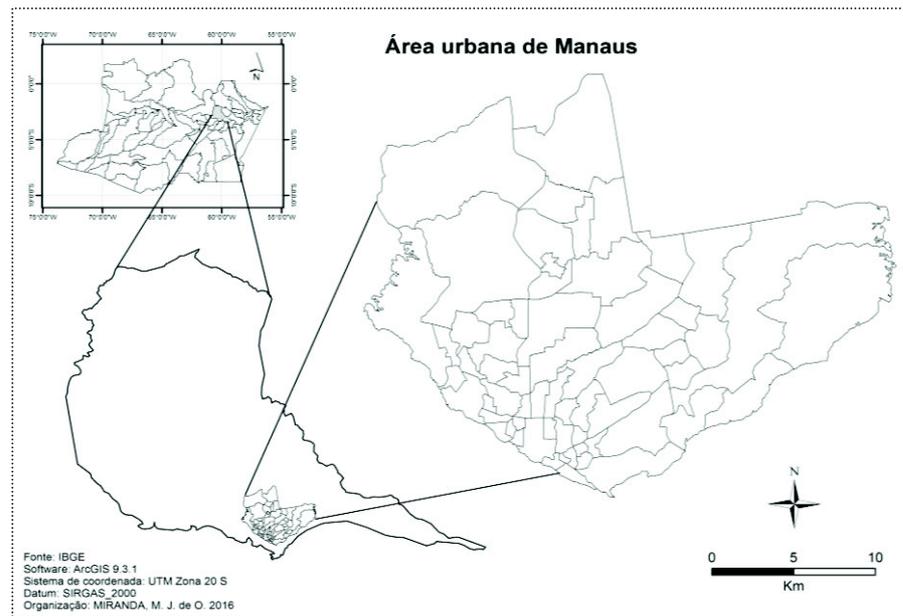
Mais recentemente uma parcela significativa de haitianos imigrou para o Brasil, Manaus foi uma das cidades brasileiras que receberam esses imigrantes. Diferente dos fatores que levaram os nordestinos a migrar para a cidade, os haitianos foram forçados a sair de seu país pela ação da natureza que destruiu seu território, impossibilitando o desenvolvimento econômico e tornando inexistente as condições de vida como saneamento básico e moradia, piorando a situação da população daquele país.

1.3 - A cidade de Manaus e o crescimento populacional

Na região Amazônica, mais precisamente as cidades de Manaus e Belém, foram cidades da região Norte que mais receberam parcelas da população no período dos grandes movimentos migratórios incentivados pelos projetos de integração nacional que previam a colonização da região para fins da segurança nacional (BROWDER e GODFREY, 2006). O resultado desses projetos em um curto período de tempo foi uma ocupação desordenada sem que houvesse um planejamento que atendesse a necessidade da população e da manutenção da vegetação nativa.

Manaus (Mapa 2) começou a ter um *boom* no crescimento populacional e urbanístico em dois momentos históricos importantes, o primeiro surto ocorreu no período da extração do látex da seringueira de 1870 a 1920, período conhecido por ciclo áureo da borracha. De acordo com Browder e Godfrey (2006), a região teve em relação a sua população um aumento de 530% durante o período.

Mapa 2: Localização do perímetro urbano da cidade de Manaus



Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda
 Fonte: IBGE

Nesse período, Manaus era a capital que apresentava ótimas oportunidades de ganhos, dada as circunstâncias que o período proporcionou à cidade, esse fato atraiu vários empresários que viram a oportunidade de lucro. Investimentos foram realizados em grandes obras como o Teatro Amazonas, infraestrutura do centro e obras de beneficiamento, além é claro, na contratação de engenheiros que ajudaram na construção de diversas obras que transformaram a cidade e traduzem até hoje o que foi aquele período áureo da borracha. Durante essa fase, a cidade necessitou de muitos trabalhadores que serviram de mão de obra acabando por fixar residência.

Ainda durante o período áureo da borracha foi possível estabelecer uma série de metas traçadas pelos governantes que visavam transformar a cidade para a nova classe que se estabeleceu na capital. O propósito principal era embelezar a cidade nos mesmos moldes de uma cidade europeia da época, o que em pouco tempo acabou se consolidando.

Durante o governo de Eduardo Ribeiro 1892 a 1896, Manaus vivenciou uma abrupta transformação estrutural e também mudanças significativas no estilo de vida da população, principalmente os da classe mais abastada, que impôs essa reestruturação. Palacetes, casarões, energia elétrica, bondes, ruas bem estruturadas e meios fios de

granito lapidados e exportados da Europa exemplificaram a quão grandiosa foi a Manaus no auge do ciclo da borracha.

Oliveira (2003) faz uma ressalva quanto a essa transformação física da cidade apontando que:

Em Manaus, o papel do Estado na produção do espaço urbano não se dá na perspectiva da mediação, mas na defesa de interesses [...]

[...] O papel do Estado na produção do espaço urbano não ocorreu apenas enquanto mediador, mas capturador e instrumento de reprodução diferenciada, por meio da construção de pontes, redes de esgoto, energia elétrica, trilhos de bondes, porto e edifícios públicos suntuosos (p. 74,75)

Toda essa ostentação dos barões da borracha fez Manaus parecer um grande centro europeu do século XX. Em meio a floresta, a intensa migração de pessoas oriundas do interior e de outros países, impulsionou significativamente o crescimento da malha urbana do município. Com a chegada da forte crise nas exportações da borracha no cenário internacional, pela ampla concorrência do látex produzido na Ásia, Manaus vivenciou uma fuga em massa das camadas mais ricas.

A respeito desse período de crise, Bentes (2008) afirma que:

O aprofundamento da crise econômica provocou a saída da população mais rica da cidade de Manaus, transformou o centro da cidade num espaço semelhante ao de um filme de terror, com grande parte dos casarões abandonados. Já na periferia da cidade ocorria justamente o contrário, ela crescia cada vez mais, muito embora, a população mais pobre tivesse que se juntar para morar no mesmo lugar e, assim, dividir as despesas.

A crise econômica provocou esse movimento contrário, enquanto a elite debandava do centro da cidade, as classes menos favorecidas eram atraídas para Manaus à busca de melhores condições de vida, uma vez que os seringais não ofereciam mais condições de sobrevivência (p. 52,53)

Na década de cinquenta, com a construção de várias pontes, como a da sete de setembro, a que liga o bairro do São Raimundo ao Boulevard e a Ponte de Educandos propiciou-se a expansão urbana e populacional para outras áreas. Durante o mesmo período, a cidade foi organizada em três zonas: central, urbana e suburbana.

Outro fator que se observou foi a ocupação das margens dos igarapés que muitas vezes se apresentavam como a solução para a criação de novos espaços, como já ocorrera com os igarapés da ponte central. Oliveira (2003) afirma que “os igarapés indicaram os caminhos da penetração” (p. 96). Dessa forma subentende-se que os

principais vetores para a expansão urbana durante a década de cinquenta foram os aterros dos igarapés e a construção de vias de acesso terrestre, viabilizando o direcionamento da população para além dos limites já estabelecidos da cidade.

A maioria dos projetos urbanísticos do período já referido, não visava uma cidade para as futuras gerações, com a manutenção de áreas florestais no perímetro urbano. O modelo de construção da cidade ainda se comparava ao do início do século XX, em que a principal preocupação era apenas o embelezamento da cidade, para a atração de empresas e pessoas dispostas a investir.

O segundo surto de crescimento foi na implantação da zona franca de Manaus, estabelecida pelos governos militares no Decreto-lei nº 228, de 18 de fevereiro de 1967 (BROWDER e GODFREY, 2006), instalando efetivamente no perímetro urbano da cidade a zona de livre comércio ou Zona Franca de Manaus. Após sua implantação diversas empresas do setor eletroeletrônico se estabeleceram na cidade atraídas pelos incentivos fiscais, oferecidos aos empresários que desejavam estabelecer suas empresas em Manaus.

Para tanto alguns critérios foram levados em consideração no instante para a implantação de um Polo Industrial, inicialmente o Amazonas apresentava cerca de 98% de suas florestas preservadas (BRIANEZI e SORRENTINO, 2012), segundo que na ausência de uma economia estável que não dependesse propriamente dos recursos da floresta como a atividade extrativista, haveria uma preservação prolongada na duração da zona franca e do meio ambiente. Fatores esses responsáveis pela efetiva instalação do polo em Manaus. Ao longo prazo a pretensão do governo era desenvolver sem destruir os recursos, porém não é o que se presencia atualmente no Estado.

Sobre a importância da permanência da Zona Franca como modelo de preservação das florestas Brianezi e Sorrentino (2012) comentam que:

Se os incentivos fiscais acabarem ou deixarem de ser vantajosos, as empresas irão embora de Manaus, e os seus cerca de 100 mil empregados diretos e 400 mil trabalhadores indiretos avançarão sobre a floresta para dela tirar seu sustento. (p. 5)

Segundo Andrade (2012) o processo de implantação da zona franca seguiu duas vertentes:

Política, no intuito de integrar a Amazônia ao Brasil e, [...] econômica, [...] transformando Manaus em polo de produção de bens de consumo duráveis para todo o país.

Manaus foi escolhida por se localizar em uma região menos povoada e favorável ao desenvolvimento econômico com forte potencial natural, para mais tarde tornar-se um polo com forças favoráveis ao processo de concentração (JESUS e AGUIAR, 2011).

Na região Amazônica mais precisamente na parte ocidental, tem-se em Manaus a principal expressão do processo de urbanização na região Norte, a metrópole cresce mais que a região, reafirmando uma tendência de concentração urbana (TRINDADE JUNIOR, 2010). Isso exemplifica o quanto a cidade tem poder de atração e concentração demográfica, sua população (Tabela 1) é maior que todo o estado, fato que desenvolveu de maneira diferente que a nacional.

De maneira geral, se compararmos a concentração urbana do estado do Amazonas com a dos demais estados, fica claro o quanto ela aconteceu de forma distinta e por isso grande parte dos recursos naturais presentes no seu território ainda se mantém com elevado grau de preservação.

Tabela 1: Crescimento populacional de Manaus antes e após a implantação da Zona Franca

Década	População	% de crescimento
1960	173.703	24,4
1970	311.622	79,3

Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda

Fonte: Adaptado de Oliveira, 2003

A zona franca influenciou drasticamente no desenvolvimento da infraestrutura e na economia da cidade de Manaus. Novas vias de acesso, viadutos, obras de beneficiamento, postos de emprego no setor comercial. Manaus então vivenciou uma *belle époque*² contemporânea, financiada dessa vez pela indústria, contudo, novos

² *Belle époque* ou bela época foi o período conhecido como período áureo da borracha em que a cidade de Manaus tornou-se um exemplo de grande cidade europeia do século XX sendo comparada como um pedaço de Paris com a ascensão de uma classe burguesa que gostava de expor sua riqueza que a exportação do látex trouxe a cidade, transformando-a numa importante capital.

problemas vieram como, crescimento exacerbado e ocupações dos fragmentos de floresta com o aumento do perímetro urbano.

Manaus passou a ser vista como o setor do Amazonas e de Estados vizinhos que apresentava excelentes fatores de atração, com a expectativa de melhoria de vida que o polo industrial era visto por grande parte dos migrantes que para a cidade vinham. Todo esse fluxo migratório para Manaus, ao longo do tempo em que se instalaram as indústrias ajudou a mudar a configuração da cidade e a forma de uso e ocupação do solo e áreas de floresta.

Além da inserção de indústrias, a área de livre comércio que se apresentava no setor comercial da área central de Manaus pela isenção de impostos sobre produtos importados, passou a ser um forte atrativo para pessoas que buscavam produtos a preços mais acessíveis. De todos os cantos do país, milhares de turistas e comerciantes procuravam Manaus por essa efervescência e oferta de produtos. A respeito desse período (PINTO, 1998 apud OLIVEIRA, 2009) destaca que:

Durante duas décadas, 1970 e 1980, a Zona Franca Comercial de Manaus atraiu consumidores e turistas de todo o país com o objetivo de adquirir os produtos importados [...] Da mesma forma, eram vendidos, produtos para todo o Brasil. Nesse contexto, o diferencial da Zona Franca Comercial, em relação as outras regiões do país, estava no fato de ela ser uma área de livre comércio, isenta de impostos, que, portanto, oferecia produtos importados mais baratos (p. 63)

Toda a valorização que a área central de Manaus recebeu no período anteriormente citado, serviu para atrair um número muito grande de pessoas que também fixaram residência, contribuindo para o aumento das taxas demográficas. Quanto aos benefícios da Zona Franca ao crescimento populacional, Coelho (2006) salienta:

[...] na medida em que a Zona franca, ao propiciar a ampliação de diferentes setores da economia como indústria, comércio e serviços, favorece a proliferação de empregos à população manauara e imigrante, mas, por outro lado, intensifica um processo de crescimento urbano, sobretudo no ponto de vista demográfico, que se dá em meio a uma realidade de insuficiência de infraestrutura para acolher a crescente massa de trabalhadores que se dirigem a capital em busca de melhorias de vida. (p. 36)

Quanto ao adensamento demográfico relacionado à implantação da Zona Franca, Batista (2013) afirma:

Na cidade de Manaus, estado do Amazonas, por exemplo, é emblemático o caso do modelo econômico Zona Franca de Manaus, com a introdução do Pólo industrial. Responsável pelo aumento das taxas de urbanização, a cidade concentra de 99,5% da população em área urbana [...] (p. 45)

Com a chegada da Zona Franca em Manaus, a cidade vislumbrou ao mesmo tempo um período de euforia econômica um período de baixa da economia após muitos anos de paralisação na economia do Estado. As oportunidades surgiram e à medida que as indústrias se instalavam, a cidade revitalizou muito de sua infraestrutura, novos bairros surgiram com o fluxo migratório intenso e demanda por novos espaços habitáveis também. Esse avanço econômico ocorreu por um curto período de tempo, quando em meados de 1990 durante o governo de Fernando Collor de Melo (1990 a 1992) se permitiu a abertura do comércio brasileiro para outros mercados, atingindo a Zona Franca, que sem seus atrativos fiscais, acabou por estagnar e perder consumidores, principalmente na oferta de produtos importados.

Juntos, esses dois fatos históricos foram responsáveis pelo crescimento demográfico expressivo da população de Manaus, enaltecendo o potencial de atração que o período áureo da borracha e a Zona franca de Manaus proporcionaram para a evolução do quantitativo populacional da cidade. Como assinala Pinto (2008) indicando que:

Dados do censo realizado em 2000 mostraram que 30 anos após a inserção do Polo Industrial que abriga cerca de 96,72% das empresas do Estado do Amazonas, O número de habitantes da cidade cresceu em torno de 500%. Os mesmos registros demonstraram que Manaus foi a cidade que mais cresceu das 13 cidades brasileiras com mais de 1 milhão de habitantes (p. 34)

1.4 - O efeito da urbanização sobre as bacias hidrográficas

Dos mais de três milhões de habitantes que residem no Amazonas, mais de cinquenta por cento da população reside na capital, o que exemplifica a grande procura

por locais habitáveis e com isso o problema da ocupação irregular gerou uma má distribuição populacional e crescimento urbano não planejado.

À medida que a cidade crescia economicamente, sua população crescia na mesma proporção, porém, como acontece na maioria das cidades, ocorreu a ocupação de maneira desordenada e seu processo urbanístico avançou para as áreas que continham características naturais muito preservadas. Ou seja, “a descaracterização dos igarapés aumentava à medida que a cidade crescia” (PINTO, 2008 p. 19).

Isso explica o intenso número de habitações irregulares no município, e principalmente nas margens e localidades próximas das bacias hidrográficas, como no caso da bacia do Puraquequara, com a falta de condições de habitação dessas populações. Em seu estudo sobre o processo de expansão populacional na cidade de Manaus, Pinto (2008) verificou que:

O mapa cartográfico atual dos igarapés de Manaus, [...] demonstra que o processo de expansão urbana da cidade alterou drasticamente a estrutura dos igarapés presentes no município. [...] São Raimundo, Educandos e Puraquequara estão com os principais tributários alterados devido as influências antrópicas, seja de origem doméstica ou industrial. (p. 35)

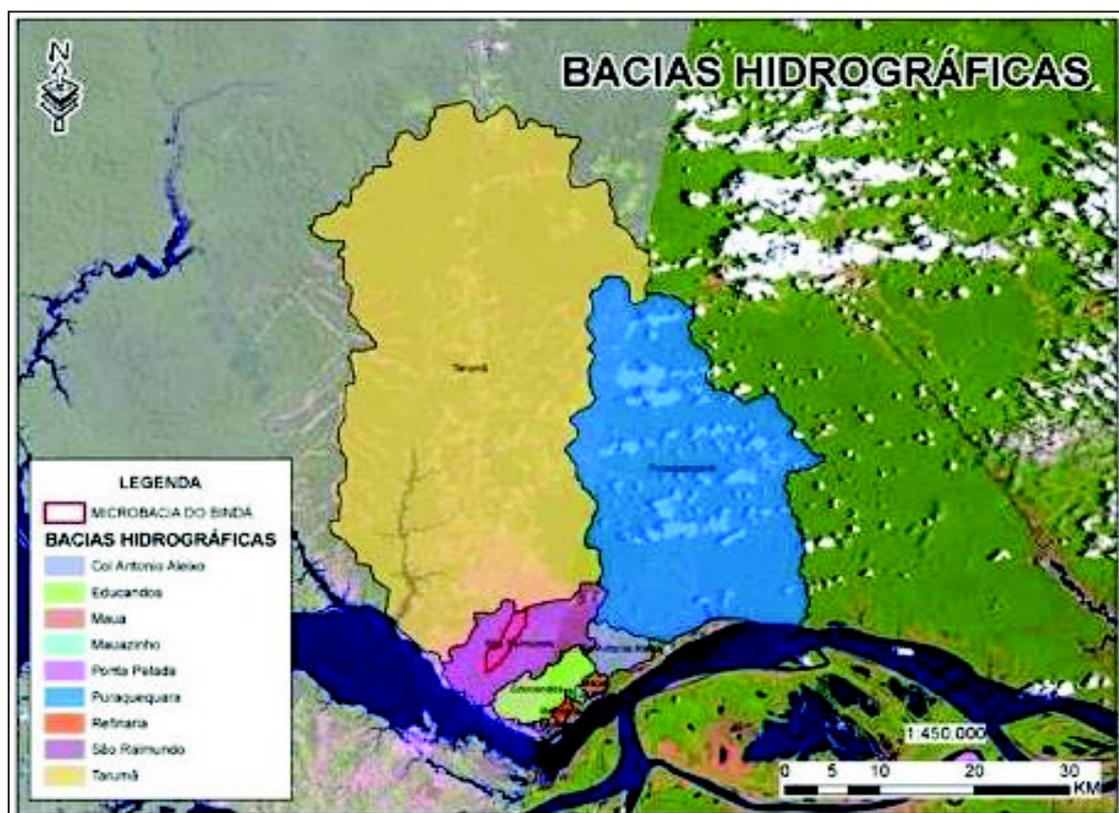
Manaus é composta por uma grande rede de cursos fluviais delimitados por bacias hidrográficas (Figura 2), dentre as quais destacamos a bacia do Tarumã, São Raimundo, Educandos e Puraquequara. Juntas drenam todo o perímetro urbano do município, formando uma complexa rede hidrográfica, que se encontra ocupada por diferentes grupos populacionais, como afirma Albuquerque (2012) indicando que “no caso de Manaus, todas as bacias hidrográficas localizadas na área urbana encontram-se densamente ocupadas” (p. 4)

Atualmente um dos problemas mais comuns decorrentes do acelerado crescimento urbano de Manaus é a falta de moradias que comportem as demandas populares daqueles que migram para a cidade. Estas parcelas da população frente a situação socioeconômica acabam por ocupar áreas com presença de florestas, o que é visível nas grandes capitais.

Um dos efeitos atualmente verificados decorrentes da explosão das cidades e das populações é o uso desordenado dos recursos naturais, em destaque, a presença

massiva de populações ao longo das bacias hidrográficas. Esses locais por se destacarem por fauna e flora abundantes, passaram nas últimas décadas a serem vistos por muitos, como o local propício ao acolhimento de pessoas e ao desenvolvimento de práticas socioeconômicas como a agricultura e pecuária que são recursos básicos para a maioria dessas famílias. Tais mudanças são reflexos de um modelo de ocupação das cidades que eclodiu a partir da revolução industrial e depois se espalhou pelos países.

Figura 2: Principais bacias hidrográficas de Manaus



Fonte: Santos, 2013

A respeito da ausência de locais para o assentamento de populações em Manaus, Pinto (2008) ressalta que:

A problemática da falta de moradia adequada nas capitais do Brasil constitui um fator social que se tornou recorrente e a cidade de Manaus não foge à regra, passando por importantes alterações em sua estrutura natural com a consolidação do processo de urbanização (p. 30)

O Estado do Amazonas é o Estado que detém a bacia hidrográfica com o maior número de afluentes do Brasil, cerca de 7.000 mil de acordo com o IBGE. Essa bacia é composta por uma rede de microbacias que juntas configuram o grande potencial de água doce presentes nessa região. Manaus é coberta por grandes bacias e nas últimas décadas as áreas e entornos dessas bacias passaram a ser efetivamente ocupadas principalmente, pelo intenso movimento migratório relacionado com a ausência de um plano diretor que atendesse a demanda e alocasse as famílias que aqui chegavam.

Considerando que a população de Manaus cresceu significativamente após a implantação da Zona Franca, e no mesmo período, a cidade não apresentou um plano de infraestrutura urbana para a implantação de moradias, este contingente, não tendo outra opção acabou por ocupar essas áreas que antes eram ecossistemas naturais e figuram-se atualmente como tendência para novos locais de moradia.

De acordo com Albuquerque (2012):

As bacias hidrográficas representam a área de captação de um recurso fundamental para a vida humana, a água. Este recurso é forte atrativo para diversos tipos de atividade como: irrigação, lazer, navegação, energia, uso doméstico, moradia e outras. Nesta perspectiva, a disponibilidade da água, enquanto recurso propicia a ocupação da bacia hidrográfica praticamente por toda a extensão territorial, fato que em geral, se define por taxas de densidade elevada (p. 4)

Sendo a bacia hidrográfica uma área de preservação, não se poderia intervir ou modificar nenhum dos aspectos naturais, mantendo-as preservadas; contudo não ocorre como previsto em lei; já que as políticas públicas não cumprem com a legislação, fato é que a grande maioria das bacias hidrográficas da cidade de Manaus encontra-se densamente ocupadas por populações vindas de diferentes estados ou de cidades do interior do Amazonas. Com respeito ao assunto, (RABELLO, 1999 apud ALBUQUERQUE, 2012) menciona que a maioria dessas pessoas é atraída por melhores condições de vida, emprego, saúde e moradia.

As bacias hidrográficas foram gradativamente perdendo suas características originais, por interferência humana que adequa o local as suas necessidades e pela ação do Estado na reestruturação dos cursos d'água com destaque ao projeto de revitalização dos igarapés PROSAMIM e construções de casas populares às margens dos igarapés. Sobre este último tema Souza (2013) menciona que os igarapés (APP's)

que circundam a cidade de Manaus apresentam uma série de danos ambientais, comprometidos devido a ocupação irregular em suas margens.

As bacias hidrográficas distinguem-se do cenário comum dos centros urbanos, esses fatores juntos, justificam a grande ocupação de suas áreas e entornos, mas que nas últimas décadas a intensa interferência antrópica alterou seu aspecto natural. A ação antrópica nesses locais é comumente observada nas grandes metrópoles brasileiras, que ao longo do tempo, passou a ser uma prática extensamente difundida. Em muitos casos, as pessoas oriundas de outros Estados ou municípios, acabam sendo atraídas de modo aleatório e sem direção na maioria das vezes para locais próximos dessas bacias.

O público que habita as bacias geralmente é formado por pessoas com baixa renda, humildes social e economicamente, que devido às dificuldades encontradas em seus locais de origem, foram forçados a migrarem; porém, ao chegarem nesses locais deslocam-se para as áreas próximas as bacias hidrográficas. Essas localidades ainda possuem suas características naturais preservadas, e são locais para a expansão populacional em decorrência do seu potencial socioeconômico e por oferecer recursos naturais abundantes.

Quanto ao potencial das bacias hidrográficas, mais precisamente a bacia do Puraquequara, Horbe et al. (2005) destacam que a cobertura vegetal da região é de floresta tropical e quase totalmente preservada, contudo, há moradores na área, especialmente em sítios localizados nas cabeceiras.

O uso e manejo dos recursos hídricos no Brasil são organizados por leis e diretrizes que propiciam uma utilização organizada sem danos ao meio ambiente, como exemplo foi criado o Código Florestal, que rege o uso dos recursos naturais e leis de controle e proteção ambiental, como forma de manter esses recursos para as gerações futuras. Essa questão, porém, depende de cada federação que estipula e fica a cargo de fiscalizar e preservar as bacias hidrográficas e seus afluentes. De acordo com Vasconcelos (2014) [...] realizar estudos que possam mapear e monitorar as áreas de bacias hidrográficas é de grande importância no auxílio de tomadas de decisões pelos órgãos e instituições de meio ambiente.

Destaca-se que os problemas da má utilização dos recursos naturais só aconteceram devido a ineficiência na aplicabilidade das leis, ou na ausência de

instrumentos legais que assegurem as necessidades básicas da população sem que seja suprimido os recursos do meio natural.

Os igarapés fazem parte do patrimônio natural do município e são estabelecidos no plano diretor de Manaus. O efeito do forte processo de urbanização sobre as áreas de preservação na cidade de Manaus é enfatizado por (PINTO, 2008) destacando que:

As áreas que hoje correspondem as Zonas Leste e Norte, durante muito tempo foram utilizadas como fontes de lazer. Com o crescimento populacional e conseqüente ocupação irregular, houve a perda da cobertura vegetal local, assoreamento e contaminação dos igarapés. (p. 40)

Analisando os fatores do intenso fluxo migratório e o crescimento urbano da cidade de Manaus nos últimos vinte anos, há um prognóstico relacionando como causa para a intensa degradação e ocupações irregulares nos cursos e entornos das bacias hidrográficas, a falta de um plano diretor que atenda a demanda e ao mesmo tempo preservasse as áreas de proteção como meios de manutenção desses recursos para as demais gerações.

1.5 – Políticas públicas e intervenções nos igarapés de Manaus

Outro ponto a ser discutido, é a questão de políticas mais eficazes na ação ao uso indevido dos recursos hídricos por parte das populações que habitam as localidades dentro de bacias hidrográficas (Figura 3).

Mesmo com a implantação de leis como a 9.433/ 97 que gerencia os recursos hídricos no Brasil e as resoluções do Conama que visam assegurar a preservação e uso sustentável, não há ao mesmo tempo uma fiscalização e aplicação das penas previstas pelos órgãos competentes aqueles que infringem as leis.

Em 2003 foi lançado pelo governo do Estado na administração do então governador Eduardo Braga, o Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus PROSAMIM, e de acordo com Batista (2013) tinha como preceitos principais: a recuperação da drenagem dos igarapés; o reordenamento urbano com reassentamento

das famílias afetadas pelas obras; a melhor utilização dos espaços recuperados; e a implantação de infraestrutura sanitária.

Figura 3: Ocupações irregulares nas margens dos igarapés de Manaus



Fonte: Oliveira, 2008 apud Albuquerque, 2012

Como a malha urbana desenvolveu-se rapidamente e espalhou-se também pelas margens dos igarapés e dentro do perímetro das bacias hidrográficas, não houveram projetos urbanísticos que se adequassem a nova realidade de Manaus, que ao longo de muitas décadas acabou por ocupar de maneira desordenada essas localidades.

Com orçamento inicial de US\$ 530 milhões sendo o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e o governo do Estado do Amazonas os seus financiadores. O projeto previa revitalizar os principais igarapés de Manaus, localizados principalmente na parte central da cidade e que apresentava taxas de ocupações e de degradações elevadas. Muitas famílias foram indenizadas e realocadas em conjuntos populacionais também chamados de conjuntos cidadãos localizados em áreas afastadas dos igarapés da área central como as zonas Norte e Leste respectivamente.

Manaus possui atualmente cerca de 2 milhões de habitantes, de acordo com estimativas do IBGE, está localizada na margem esquerda do rio Negro maior afluente

do rio Amazonas. É a capital da região Norte que possui economia importante voltada para atividade industrial e ao extrativismo. Por ser a cidade da região que apresenta oportunidades de melhoria de vida, nas últimas décadas foi afetada pelo intenso fluxo migratório e degradação das bacias hidrográficas que cortam seu perímetro urbano.

Todo esse movimento migratório em direção à Manaus, ao longo das décadas que se passaram após a implantação da Zona Franca, repercutiu de maneira negativa no que tange a ocupação e manutenção das características naturais dos cursos fluviais presentes na capital, que atrelados a insuficiência de um ordenamento e estruturação da malha urbana para o alojamento de famílias. Em relação a ocupação ou intervenção das áreas adjacentes ou ao longo dos cursos fluviais, o código florestal Federal (1965) no Art. 2º estabelece uma cota mínima de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura.

Sobre a aplicabilidade das leis que regem as bacias hidrográficas, Albuquerque (2012) assinala que:

No V item do Art. 1º a bacia é instituída como unidade territorial, cabendo assim ao Poder Público o papel de atuar como gestor no planejamento e intervir se necessário, na área delimitada correspondente à bacia. A proposta da lei é nítida, porém diversas dificuldades se apresentam quanto à aplicabilidade legal efetiva. Um dos primeiros problemas se estabelece quanto às APPs – Áreas de Preservação Permanente, que na grande parte das vezes, sofrem intervenções (p. 207)

A resolução do Conama nº 369 de 28 de março de 2006 estabelece as diretrizes para os casos excepcionais quanto ao uso dos recursos das APP de baixo impacto ambiental e de interesse público, contudo o que se observa é uma total distorção de seus objetivos. É comumente observado nas principais vias da cidade, grandes empreendimentos construídos as margens ou em áreas de preservação como Shoppings, condomínios residenciais de alto padrão e até sedes de instituições públicas. O objetivo na criação de leis é justamente para que não haja um uso desordenado dos recursos hídricos, porém, as aberturas na lei tentam burlar sua finalidade e acabam perdendo sua funcionalidade.

A iniciativa do Governo do Amazonas na implantação de projetos para viabilizar a reestruturação dos igarapés da cidade de Manaus, em destaque para o PROSAMIM, a

princípio teve boas perspectivas, visto a importância para o meio ambiente, porém, o que se observa após o término de revitalização de muitos igarapés, foi apenas o embelezamento dessas áreas, e os igarapés efetivamente não apresentaram a devida proposta a que foram submetidos. Construções de conjuntos populares nas margens e o uso dos igarapés como esgotos a céu aberto, ainda são uma realidade ao longo de praticamente todo o perímetro urbano de Manaus.

Capítulo II - A bacia hidrográfica do Puraquequara: Características e potencialidades

2.1 - O potencial hídrico da cidade de Manaus e seus diferentes usos

A cidade de Manaus apresenta características naturais abundantes, é uma das cidades brasileiras que possuem recursos hídricos em larga escala que são utilizados para atividades distintas. É recortada ao longo de seu perímetro urbano por uma ampla rede rios e córregos também conhecidos por igarapés³ que se interligam até desaguiarem no rio Negro, maior afluente do rio Amazonas. Esse conjunto de igarapés formam as chamadas bacias hidrográficas (Mapa 3), que representam um conjunto de rios compostos por um rio principal e seus afluentes.

Mapa 3: Malha hidrográfica da cidade de Manaus representada pela delimitação das bacias hidrográficas



Fonte: Albuquerque, 2012.

Os igarapés serviram por muito tempo como locais de captação de recursos básicos, além da própria água, retiravam o pescado, serviam como transporte e

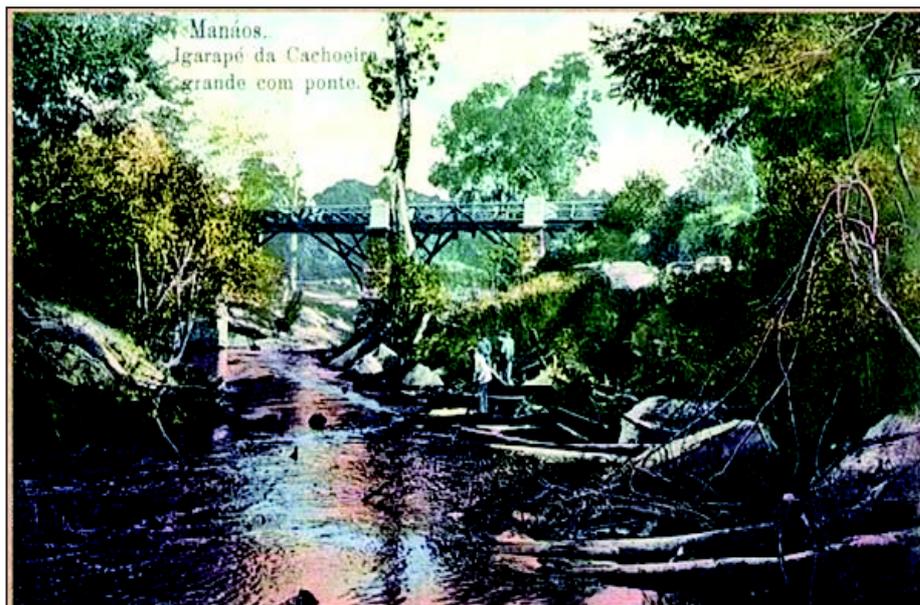
³ Termo de origem indígena que significa caminho da canoa que é comumente utilizado pela população do Amazonas e de Manaus para denominar os cursos fluviais presentes no perímetro urbano da cidade.

também para o lazer de muitas famílias (Figura 4). Isso até meados do século XX, quando a configuração da cidade foi refeita por conta dos altos investimentos do período áureo da borracha e da implantação da Zona Franca. Como a cidade não possuía um sistema para o tratamento dos resíduos produzidos tanto por empresas como domicílios, os igarapés acabaram se tornando locais para a deposição de água servida e rejeitos, que conseqüentemente transformaram os aspectos originais dessas localidades. Sobre essa problemática Pinto (2008) afirma que:

A falta de uma rede coletora de esgotos sanitários e o despejo de material sólido in natura são fatores que contribuem de forma drástica para a poluição dos igarapés em Manaus [...] (p. 31)

Como acontece com a maioria das grandes cidades brasileiras, os cursos fluviais presentes no perímetro urbano são atingidos pelo crescimento urbano e populacional, também pelo modelo em que as cidades brasileiras seguiram, sem haver um projeto urbanístico que mantivesse os recursos hídricos preservados. Em Manaus, se observado o modo como a cidade se desenvolveu, não foi diferente ao das demais cidades.

Figura 4: Uso dos recursos hídricos dos igarapés na Manaus antiga



Fonte: IGH – HERRAN, 2001 apud Pinto, 2008

Todo o potencial hídrico que Manaus possui não condiz atualmente com a realidade de boa parte de sua população, que por muitas vezes é afetada pela falta de água potável pela ausência de uma logística que atenda a maioria das regiões da cidade. Muitos projetos para tentar resolver esse problema já foram apresentados e discutidos, porém, ainda não houve uma solução efetiva para essa problemática.

Quanto as questões relacionadas à manutenção dos recursos hídricos, Tucci (2008) ressalta a importância da sustentabilidade destacando que:

O desenvolvimento sustentável urbano tem o objetivo de melhorar a qualidade da vida da população e a conservação ambiental. É também essencialmente integrador na medida em que a qualidade de vida somente é possível com um ambiente conservado que atenda às necessidades da população, garantindo harmonia do homem e da natureza (p. 97)

Para a cidade de Manaus, essa preocupação das autoridades com o uso sustentável dos recursos hídricos não aconteceu na mesma proporção em que o desenvolvimento populacional e urbanístico da cidade ocorreu.

De acordo com (MUÑOZ, 2003 apud SILVA e PORTO, 2003):

A gestão integrada de recursos hídricos, da forma como hoje vem sendo considerada na literatura nacional e internacional [...], tem como principais fundamentos o uso sustentado dos recursos, a abordagem multisetorial e o emprego de medidas não estruturais, entre as quais se destaca a gestão de demanda. Essa concepção ampla da gestão dos recursos é um quase corolário do conceito de desenvolvimento sustentável, que associa o processo de desenvolvimento à equidade social e à manutenção da capacidade de suporte dos sistemas ambientais (p. 129)

Na contrapartida entre o crescimento populacional e urbanístico com a preservação das bacias hidrográficas, acontece um choque de realidade uma vez que, as duas questões são fundamentais e necessárias. Para Manaus a manutenção das bacias hidrográficas, consideradas áreas de proteção permanente, é de igual importância ao do desenvolvimento da capital. As APP são responsáveis pela manutenção do equilíbrio ecológico, servindo muitas vezes como mantenedoras da qualidade de vida, minimizando os efeitos do calor e também no fornecimento de oxigênio.

Quanto ao uso sustentável dos recursos hídricos da cidade de Manaus, Sousa et al. (2013) destacam que:

Apesar de todos estes benefícios que as APP's proporcionam à população manauara, reside a necessidade da dualidade humana de usar e preservar. Neste contexto, no entorno desta imensa rede hidrográfica habitam significativamente inúmeras famílias, a maioria de baixa renda, oriundas do interior do estado e de outras regiões do país. Essa pressão urbana sobre as APP's são em grande parte movida pela falta de políticas públicas e reforma urbana e a não aplicabilidade do Plano Diretor da Cidade.

A recomendação é que as APP's sejam preservadas, pois qualquer atividade que revolva o solo, a mata ciliar e as florestas, acelerarão os processos de perda destes, agravando o papel dos processos ecológicos que estes ambientes desempenham para a fauna, flora e a humanidade (p. 4)

Os rios e bacias hidrográficas presentes atualmente nas cidades exercem importante função para seus habitantes, e após a revolução industrial e de uma série de mudanças severas nos grandes centros, passaram a desempenhar um papel secundário com uma visão descentralizada de sua importância na cadeia ambiental, passando no último século a ser diretamente atingido pelo desenvolvimento urbano, que não se preocupou com sua manutenção para as futuras gerações.

Essa mesma forma de lidar com esse recurso tão importante não aconteceu de maneira diferente em Manaus e a tendência para este século se verificada as taxas anuais de degradação ambiental é de uma destruição profunda dos igarapés da cidade, que já se encontram quase que totalmente poluídos e transformados em escoadouro de esgotos à céu aberto, atrelados a não inclusão efetiva dos corpos d'águas como patrimônio ambiental da cidade de Manaus.

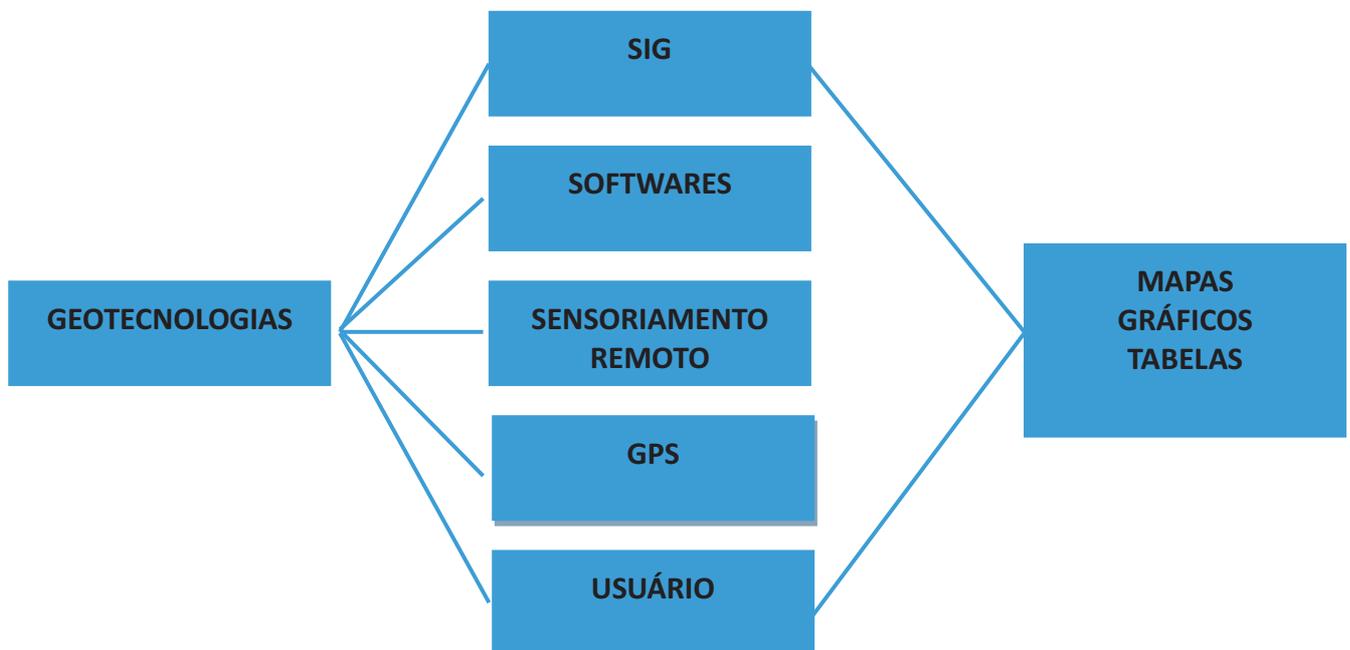
2.2 - As geotecnologias como ferramenta de análise ambiental

Com a crescente demanda por recursos naturais nos séculos XX e XXI relacionados principalmente com o desenvolvimento industrial que se iniciou na Inglaterra e a mudança no estilo de vida nos grandes centros urbanos, uma série de modificações causou efeito catastrófico ao meio ambiente e no espaço geográfico de maneira geral. Por muito tempo, os estudos dos impactos antrópicos ao meio ambiente

e principalmente sobre os recursos hídricos eram feitos a partir de dados que não apresentavam na íntegra todo o processo de degradação do ambiente natural em diferentes lugares do planeta.

O uso desordenado dos recursos naturais vem transformando esse tema em um desafio para os profissionais que atuam no controle e preservação do meio ambiente, sendo o território brasileiro muito extenso, o que dificulta a identificação num todo das ações do homem. Um conjunto de ferramentas para o estudo dos aspectos ambientais e geográficos e principalmente nos estudos sobre uso e ocupação do solo foram desenvolvidos e ganharam destaque entre as ciências, as chamadas geotecnologias (Figura 5) que são um conjunto de técnicas que englobam diferentes ciências em caráter interdisciplinar amplamente utilizada nas ações que envolvem o controle e manutenção dos recursos naturais, dentre os quais destacam-se o uso e ocupação do solo em áreas de bacias hidrográficas e desmatamento.

Figura 5: Sistemas da família das geotecnologias



Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda
 Fonte: Adaptado de Silva Neto, 2013

2.2.1 - As geotecnologias e o SIG

As geotecnologias permitem uma visão mais ampla e apurada sobre as mazelas causadas pelo homem ao meio ambiente, também sobre a reestruturação dos

diferentes espaços físicos, como o uso dos recursos hídricos para produção de energia, alimentos e na habitação de pessoas.

Para Fonseca et al., (2011)

As Geotecnologias consistem num conjunto de técnicas e instrumentos interativos para tratamento da informação espacial, e integram os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), Sensoriamento Remoto (SR), Desenho Digital e Sistema de Posicionamento Global (GPS) (p. 5694)

Em contraponto de acordo com Fitz (2008):

As geotecnologias podem ser entendidas como as novas tecnologias ligadas às geociências e correlatas, as quais trazem avanços significativos no desenvolvimento de pesquisas, em ações de planejamento, em processos de gestão, manejo e em tantos outros aspectos relacionados à estrutura do espaço geográfico (p.11)

Diante de tais benefícios, essas técnicas que não se restringem apenas a área da Geografia, mas num complexo científico bem maior, fixaram-se no ramo da ciência e ganharam espaço, e hoje qualquer tipo de estudo utiliza como ferramenta de auxílio as geotecnologias. Com a crescente populacional somente no último século, as inovações tecnológicas para estudos principalmente dos impactos nas bacias hidrográficas em decorrência de seu uso e ocupação tornaram-se essenciais, para um melhor aproveitamento e maior detalhe da atuação dos atores das mudanças físicas desses locais.

As geotecnologias são compostas por uma série de instrumentos que juntos permitem uma análise harmônica sobre as feições de determinada localidade, proporcionando uma acuraria e detalhamento dos resultados obtidos. Compõem as geotecnologias Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), as técnicas de Sensoriamento Remoto, o Sistema de Posicionamento Global, softwares com grande capacidade de análise dos dados e principalmente o usuário.

Florenzano (2011) ressalta que o SIG:

Ferramenta computacional do Geoprocessamento [...], que permite armazenar (em forma de bancos de dados), processar, integrar, analisar, calcular áreas, visualizar e apresentar (em forma de mapas) informações georreferenciadas (p. 47)

Na premissa das geotecnologias o SIG aparece como matriz para as demais ferramentas, já que, se apresenta como um conjunto de sistemas que atuam em entre si (Tabela 2), apesar de serem independentes. Juntos esses diferentes sistemas permitem a: aquisição e edição de dados, gerenciamento de banco de dados, análise geográfica de dados e representação de dados (FITZ, 2008).

Tabela 2: Estrutura do SIG

Componentes de um SIG	
Hardware	Plataforma computacional
Software	Programas, sistemas
Dados	Registro de informações
Peopleware	Profissionais/usuários

Autor: Michel Jader de oliveira Miranda

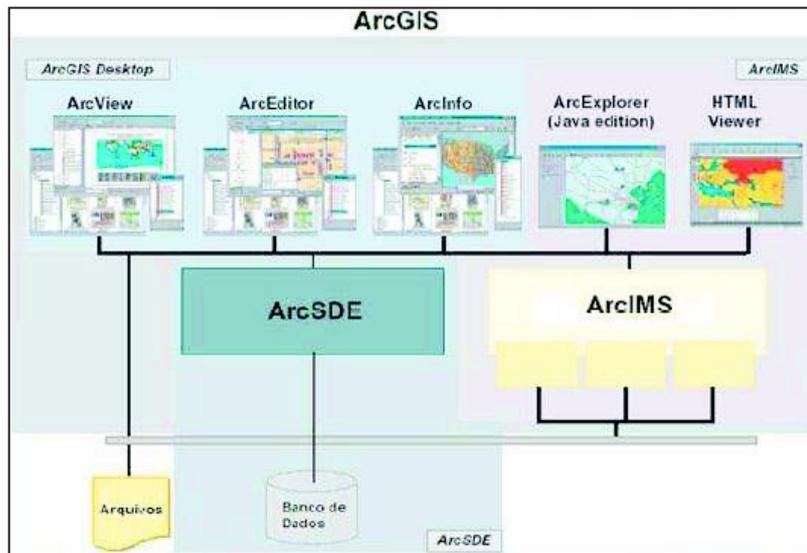
Fonte: Adaptado de Fitz, 2008

2.2.2 - ArcGIS

São muitos os softwares que são utilizados para o processamento de dados e análises de informações, dentre os quais se destacam o ArcGIS que é um pacote de softwares (Figura 6) utilizado para elaborar e trabalhar com informações do tipo vetorial ou matricial. Os principais softwares que compõem o grupo do ArcGIS são o ArcMap, ArcCatalog e ArcToolBox (Figura 7) juntos permitem aos seus usuários um aproveitamento ao máximo de seus recursos e conseqüentemente um produto final satisfatório, é importante ressaltar a necessidade de um domínio prévio desse sistema para que ele não perca a sua funcionalidade. Santos (2009) faz uma ressalva quanto as potencialidades do ArcGIS indicando as diferentes funcionalidades desse pacote tão útil dentro da cadeia científica, dentre as suas funções destacam-se:

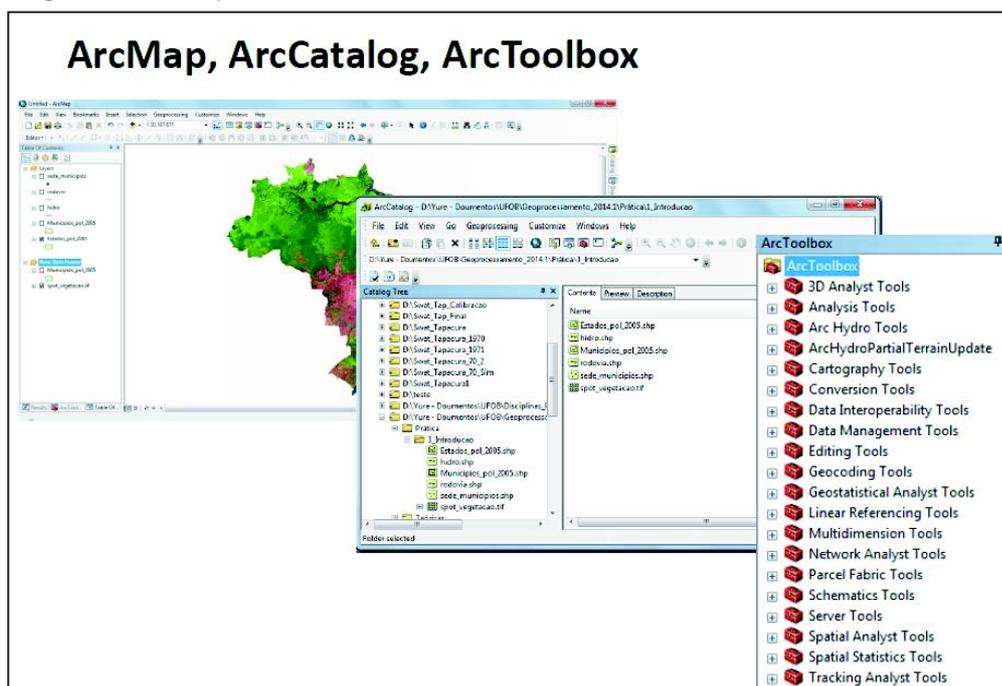
Um software de interface gráfica e amigável, que permite a sobreposição de planos de informação vetoriais e matriciais, além de objetos gráficos, fontes (letras) e figuras, com a finalidade de mapeamento temático. Também permite pesquisas e análises espaciais, criação e edição de dados, padronização e impressão de mapas (p. 4)

Figura 6: Softwares que compõem o ArcGIS



Fonte: Santos, 2009

Figura 7: Principais bancos de dados do ArcGIS

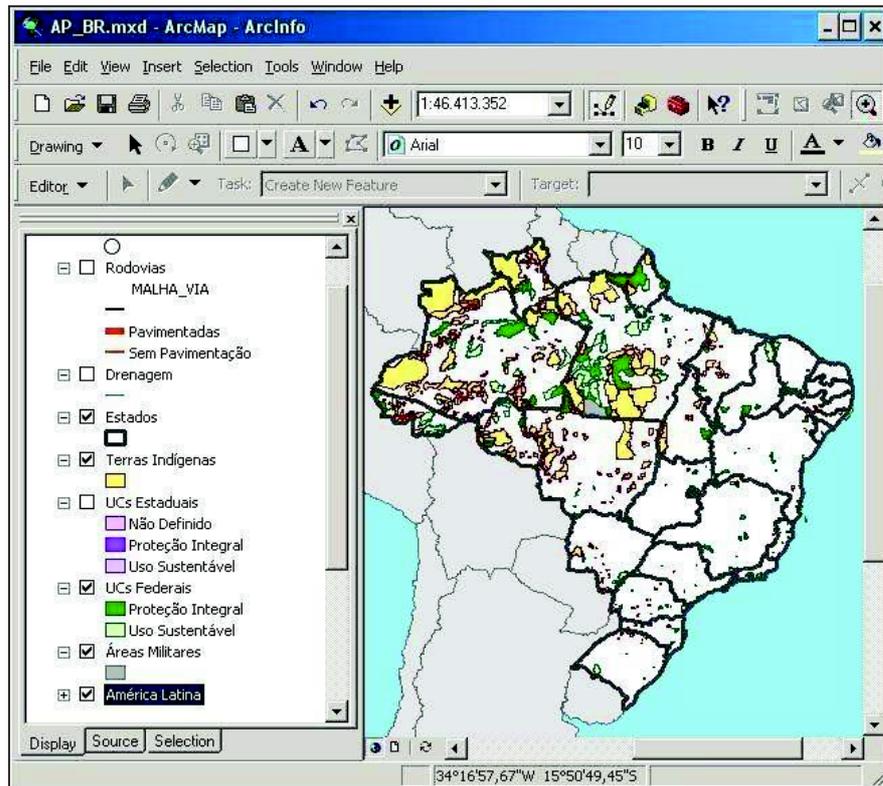


Fonte: Santos, 2009

O ArcGIS é um software de utilidade interdisciplinar que envolve entre outras ciências a Geografia, Cartografia, Informática, sensoriamento remoto, domínio de bancos de dados e um profundo entendimento sobre os sistemas de informações geográficas SIG. É um SIG que necessita de uma licença paga para sua operação o que restringe a sua operação por muitos profissionais.

No ambiente de trabalho do ArcGIS (Figura 8) existe a possibilidade de compilar dados de diferentes bancos localizados na internet ou em redes locais. Entre os tipos de dados existem o Shapefile que armazena dados vetoriais, Coverage que armazena dados em formato vetorial em arquivos e Geodatabase que apresenta uma nova versão de dados para representação de informações geográficas.

Figura 8: Ambiente de trabalho do ArcGIS



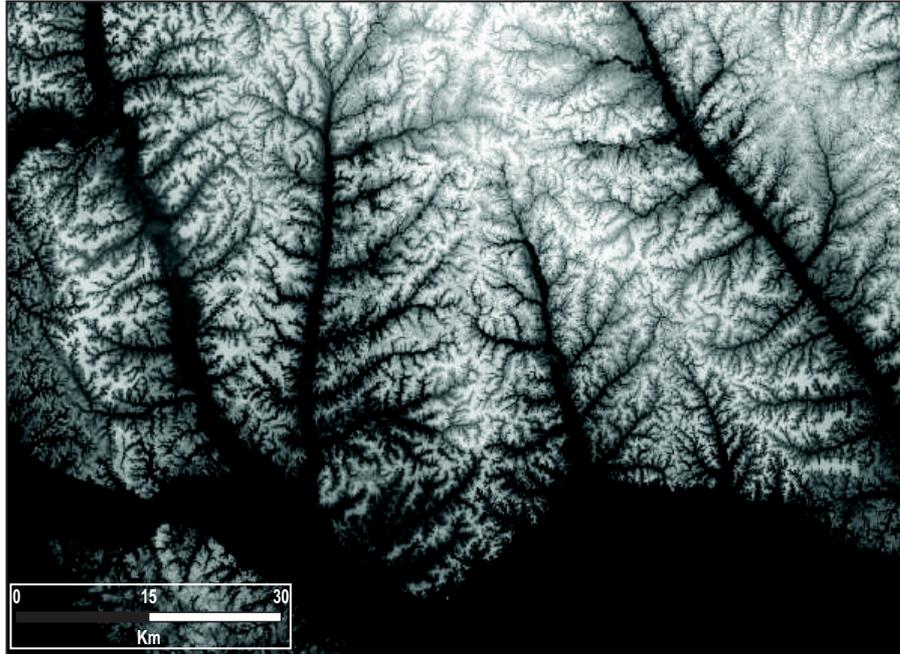
Fonte: Santos, 2009

2.2.3 - QGIS (Quantum GIS)

Entre os SIG gratuitos temos o Quantum GIS disponível para download na internet e foi criado oficialmente em 2002 por Gary Sherman. O QGIS Quantum Gis (Figura 9) é um dos sistemas de informações geográficas (SIG) multiplataforma “open source”, ou seja, livre e gratuito, que permite a visualização e a criação de mapas no computador, suportando dados vetoriais (pontos e polígonos) raster (ESRI *shapefiles* e os *ficheiros Geotiff*) e vários tipos de bases de dados existentes no campo do geoprocessamento. Sendo um produto de livre acesso ao público em geral, é comum a inserção de novas ferramentas e melhoramentos em seu sistema operacional, diferentemente dos SIG

que necessitam de licença paga ele precisa de uma configuração suficiente para o seu sistema operar.

Figura 9: Imagem raster da cidade de Manaus gerada a partir do software QGIS 2.8



Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda
Fonte: Relevobrasil

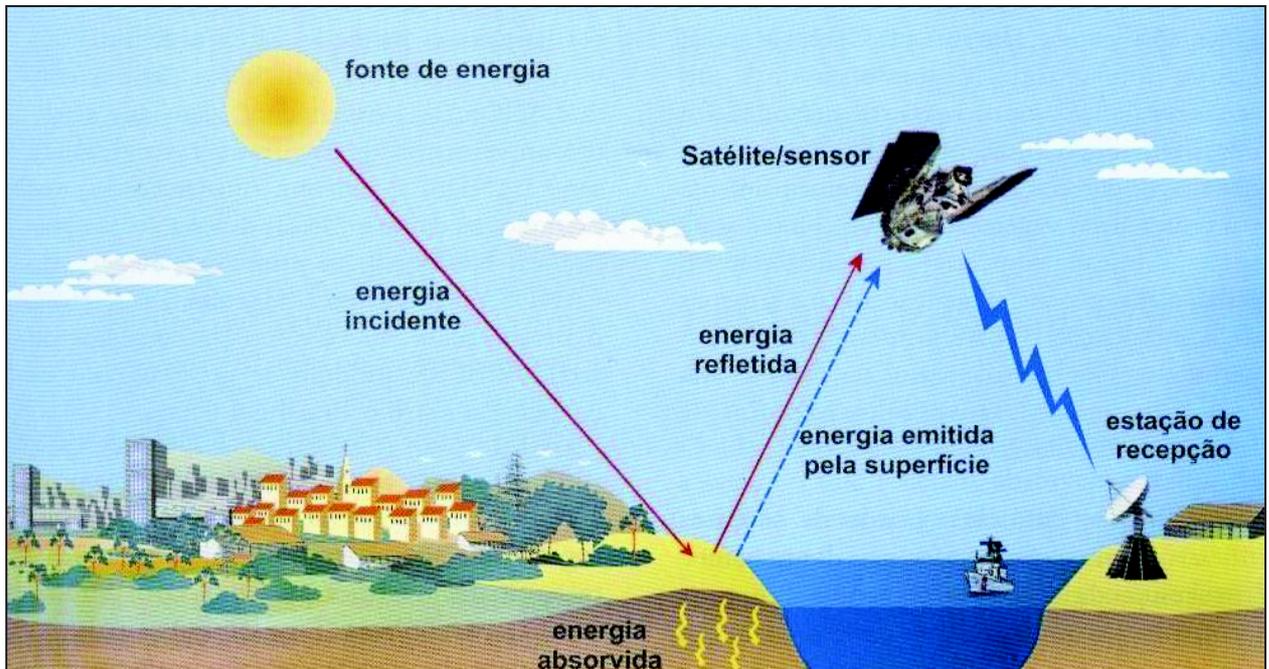
2.2.4 - Sensoriamento remoto

De acordo com Florenzano (2011) o sensoriamento remoto (Figura 10):

É a tecnologia que permite obter imagens – e outros tipos de dados – da superfície terrestre, por meio da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície. O termo sensoriamento refere-se à obtenção de dados por meio de sensores instalados em plataformas terrestres, aéreas (balões e aeronaves) e orbitais (satélites artificiais). O termo remoto, [...] é utilizado porque é feita a distância, sem o contato físico entre o sensor e objetos na superfície terrestre [...] (p. 9)

Os espaços urbanos constituem as áreas que compreendem as cidades ou sítios urbanos, moldados pelo homem na proporção de suas necessidades. Diferentes feições do sítio urbano são facilmente observadas em uma imagem de satélite, como limites, área ocupada, ruas, expansão urbana.

Figura 10: método utilizado para obtenção de informações através da técnica do sensoriamento remoto

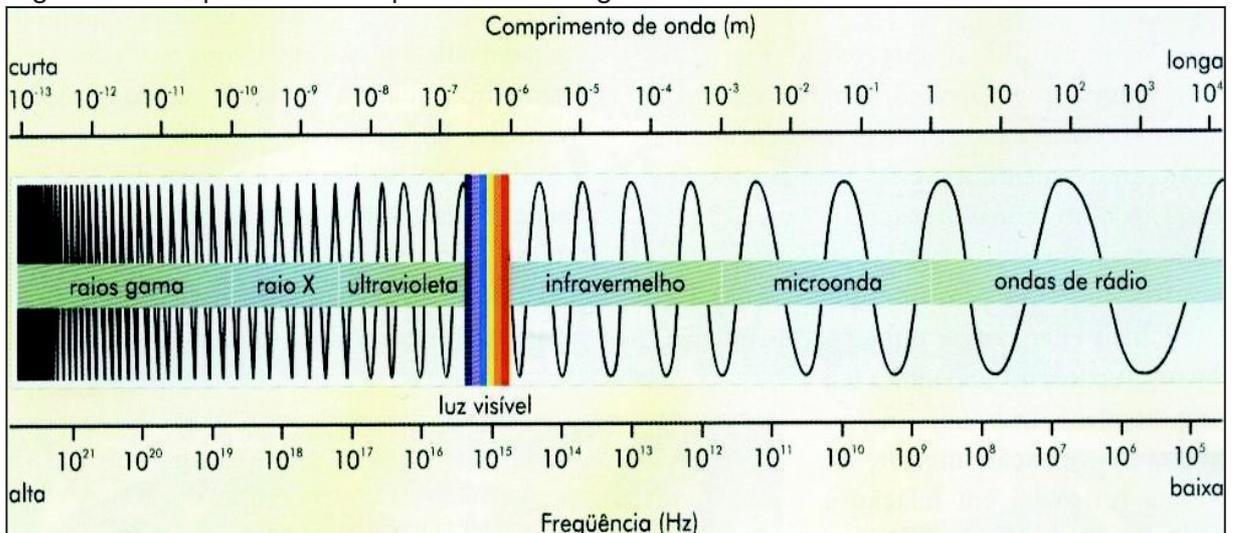


Fonte: Florenzano, 2011.

Para tanto, é importante saber que para a produção de uma imagem é necessário captar os dados que a radiação eletromagnética (Figura 11) traz consigo através de comprimentos de ondas longas e curtas e a visão humana capta apenas uma pequena faixa do espectro, o restante somente é analisado a partir de sensores como o Radar e Satélites na órbita da Terra que transmitem as informações para centros instalados na superfície que trataram os dados e por fim transformarão em imagens digitais que serão trabalhadas por estudiosos de ciências distintas.

O efeito da urbanização no Brasil afetou drasticamente os aspectos naturais do meio ambiente das cidades e também no modo de vida das populações residentes. As técnicas de sensoriamento remoto permitem fazer uma análise do processo de expansão urbana com mais clareza de detalhes, permitindo uma contextualização acerca das transformações decorrentes da ação antrópica, em muitos casos a visualização das imagens de satélite captada e comparando-as com outra imagem da mesma região em período distinto serve como parâmetro de estudo sobre o processo de urbanização.

Figura 11: Frequências do espectro eletromagnético



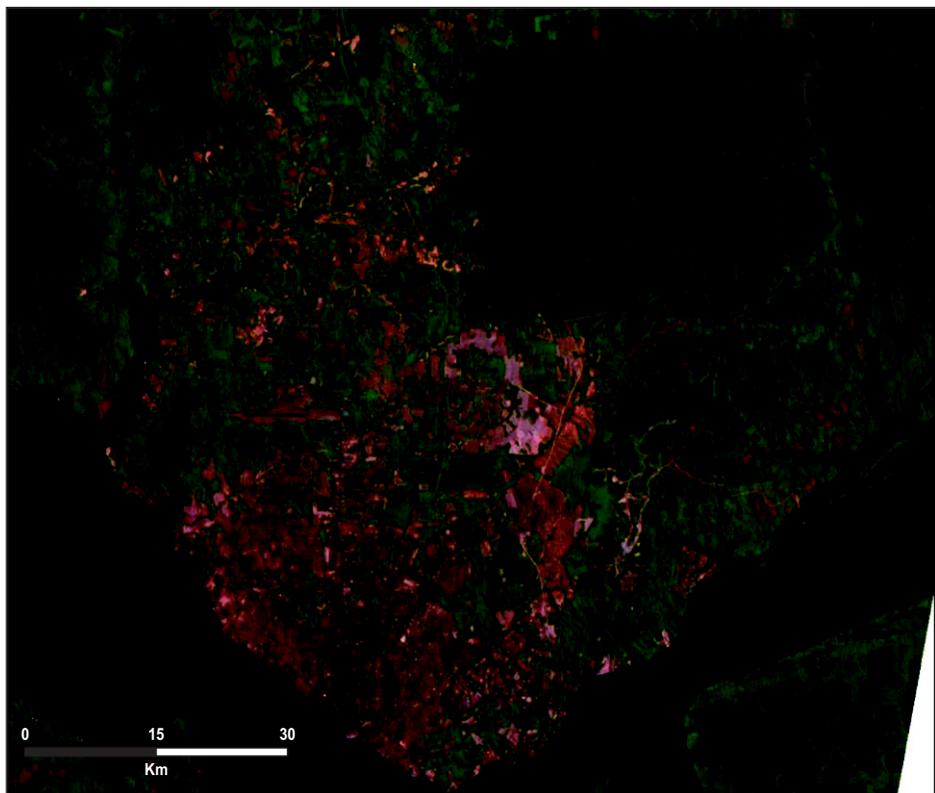
Fonte: Florenzano, 2011

Nas imagens do satélite LANDSAT 5 da cidade de Manaus da década de 1990 e 2010 respectivamente (Mapa 4) ficou claro quando analisando o percentual de áreas verdes que foram substituídas por novas construções, os tons magentas claros e escuro revelam a malha urbana ou solo exposto, os tons escuros a água e os tons verdes escuros e claros as áreas de vegetações. Apenas analisando visualmente as duas imagens dos períodos citados, podemos perceber o quanto a cidade foi afetada pelo rápido crescimento urbano e consequentemente uma perda da qualidade de vida das populações da cidade.

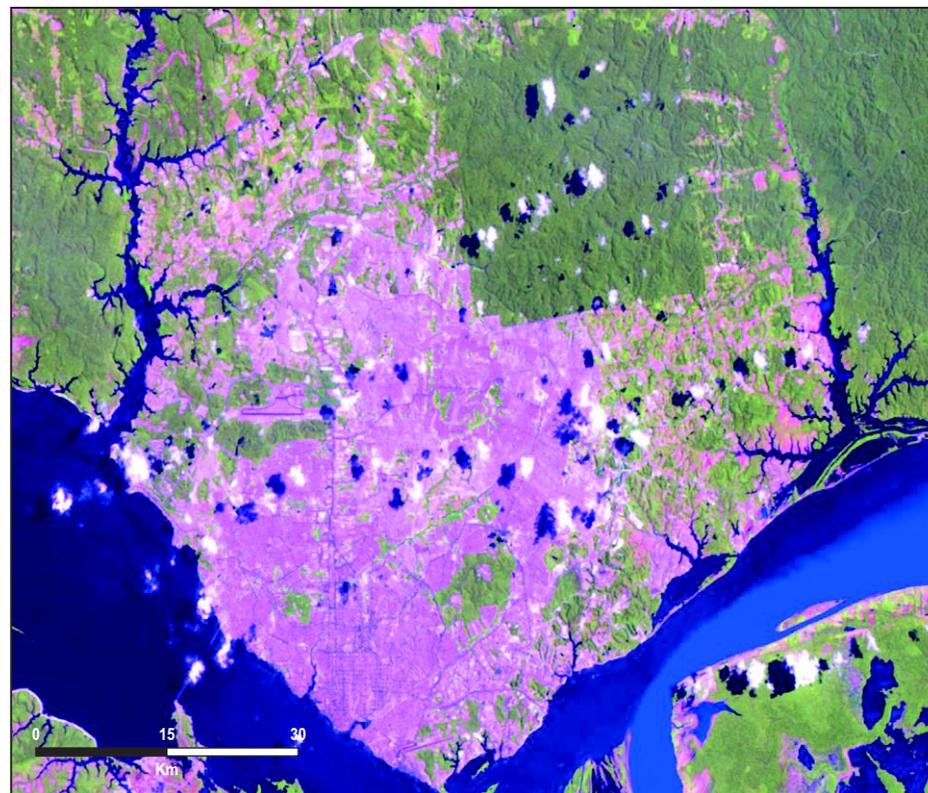
Florenzano (2011) estabelece um parâmetro que indica o nível de qualidade de vida das populações de determinada cidade ou país através do índice de área verde presentes. Quanto maior for essa área dentro das cidades, maior será a qualidade de vida e se for menor terá qualidade de vida inferior, isso se dá pela intensa contribuição da vegetação, como na proteção contra os raios solares e fornecimento de oxigênio.

Com a junção do SIG com o sensoriamento remoto é possível estabelecer uma projeção referente à delimitação da mancha urbana, taxas de expansão urbana, áreas verdes degradadas, rios e córregos afetados pela deposição de dejetos ou rejeitos de fábricas. Os elementos comumente visíveis em uma imagem de satélite são a vegetação, a água, relevo, mancha urbana, solo exposto e terras ocupadas ou desmatadas de acordo com o disposto no (Quadro 1).

Mapa 4: Imagens do satélite Landsat 5 TM da cidade de Manaus na década de 1990 (a) e 2010 (b), destacando o grau de vegetação relacionado ao nível na qualidade de vida dos moradores da cidade de Manaus



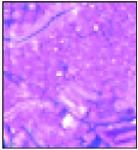
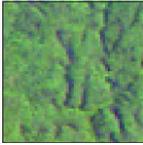
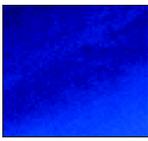
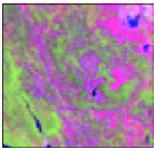
(a)



(b)

Elaboração: Michel Jader de Oliveira Miranda
Fonte: INPE

Quadro 1: Principais feições analisadas em imagens TM e ETM LANDSAT

Itens analisados	
	Área urbana Cor magenta, forma irregular, localizada junto as rodovias.
	Área de mata/ capoeira Cor verde-escuro, textura rugosa, forma irregular.
	Corpos d'água (rios, lagos, represas e oceano) Cor azul (material em suspensão) ou preta (água limpa); textura lisa; forma irregular ou curvilínea para rios.
	Solo exposto Cor magenta; textura lisa, forma regular; localização junto as áreas urbanas.

Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda

Fonte: Adaptado de Florenzano, 2011

2.2.5 - GPS

O GPS (global position system) foi desenvolvido nos Estados Unidos na década de 1970 inicialmente para uso restrito do exército como foi com a internet. É o sistema que atua com banco de dados de coordenadas geográficas (latitudes e longitudes) usada para a localização precisa das diferentes localidades na superfície terrestre, com o auxílio dos satélites orbitais ao redor da Terra e usam os sinais emitidos o que proporciona uma acurácia, como ressalta Fitz (2008) afirmando que:

Esse sistema faz uso de dezenas de satélites que descrevem órbitas circulares inclinadas em relação ao plano do equador, com duração de 12 horas siderais. Os satélites estão posicionados numa altura de cerca de 20.200 km em relação à superfície terrestre e enviam sinais que são capturados por um ou mais receptores GPS no terreno (p. 41)

Os aparelhos de GPS que existem no mercado são amplamente utilizados em trabalhos de campo pelos profissionais da área, o que o torna uma das técnicas das geotecnologias de grande utilidade e precisão nos diferentes estudos. É uma ferramenta amplamente utilizada e disponível em equipamentos como celulares e relógios.

2.3 - Caracterização da bacia hidrográfica do Puraquequara

Nas últimas décadas a área que compreende a bacia hidrográfica do Puraquequara passou a ser um dos principais atrativos para grupos sociais distintos, devido esse fato, essa região foi afetada pelo intenso movimento migratório e uso desordenado de seus recursos naturais, tanto por moradores quanto empresas, localizadas ao longo de seu perímetro. Este quadro de ação antrópica resultou modificações estruturais dos aspectos naturais no perímetro da bacia, para tanto foram realizados análises e estudos, sobre os principais aspectos da região para melhor aferição de sua atual configuração, relacionando dados geológicos, geomorfológicos, morfometria e análise de imagens de satélite para expor de maneira mais clara a real situação das mudanças na localidade.

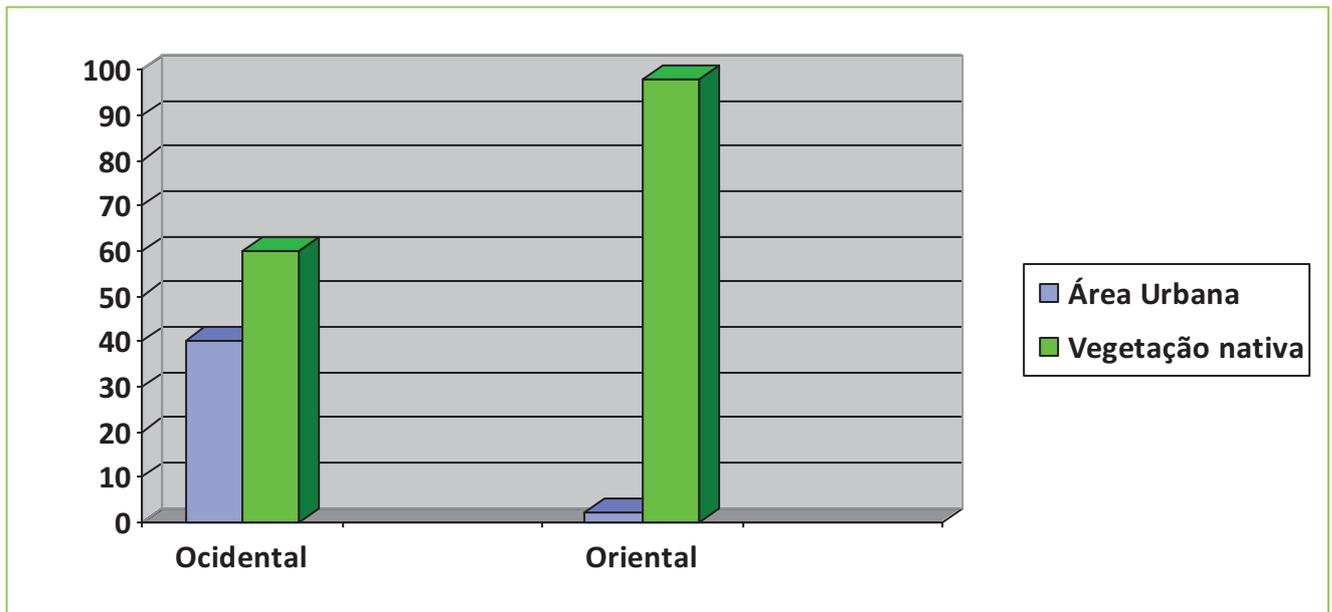
2.3.1 - Geologia

A bacia hidrográfica do Puraquequara está localizada no setor Leste da cidade de Manaus, sobre um platô da Formação Alter do Chão que remonta o Terciário com cerca de 65 milhões de anos. Nesta localidade é composta por sedimentos avermelhados sob a forma de argilas, siltes, arenitos e conglomerados (PEQUENO FILHO, 2005), representa um dos limites naturais da cidade de Manaus, juntamente com a bacia do Tarumã-Açú que limita ao setor Oeste.

A bacia do Puraquequara encontra-se dividida em domínio ocidental e oriental respectivamente pelas margens direita e esquerda. O Centro de Instruções de Guerra na Selva (CIGS) está localizado na parte oriental e encarrega-se de manter e preservar esta margem, por esse motivo a área encontra-se em resguardada, com pouco ou nenhum sinal de alteração derivada de ação antrópica. A parte ocidental na margem

direita do rio Puraquequara encontra-se o maior foco de expansão urbana como observado no (Gráfico 3).

Gráfico 3: Percentual de urbanização *versus* desmatamento nos domínios oriental e ocidental da bacia hidrográfica do Puraquequara



Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda
 Fonte: Adaptado de Fortes, 2001

No perímetro da bacia do Puraquequara são identificados três tipos de ecossistemas caracterizados como Terra firme, Várzea e Igapó.

De acordo com Fortes (2001) os ecossistemas identificados no perímetro da bacia do Puraquequara:

Estão condicionados não somente às variações sazonais dos rios Amazonas e Puraquequara, como também à neotectônica, ou seja, estão ambientalmente delimitados por falhas geológicas (p. 66)

A área que compreende o ecossistema de terra firme está sobre a formação Alter do Chão e apresenta vegetação do tipo Ombrófila aberta (FORTES, 2001), (PEQUENO FILHO, 2005). Na margem esquerda do rio Puraquequara apresentam-se áreas de mata primitiva densa e a presença do controle dessa área pelo exército impediu a ação antrópica, em contrapartida, na margem esquerda do rio, os indícios de alterações pela ação antrópica são evidentes tornando o meio morfodinâmico instável devido ao alto grau de urbanização na localidade.

Tem-se no ecossistema de Várzea uma área de inundação quase em sua totalidade em relação a variação sazonal do rio (cheia e vazante). Já o ecossistema de igapó possui terrenos, sazonalmente inundados e apresenta vegetação do tipo arbórea, Fortes (2001).

2.3.2 - Geomorfologia e clima

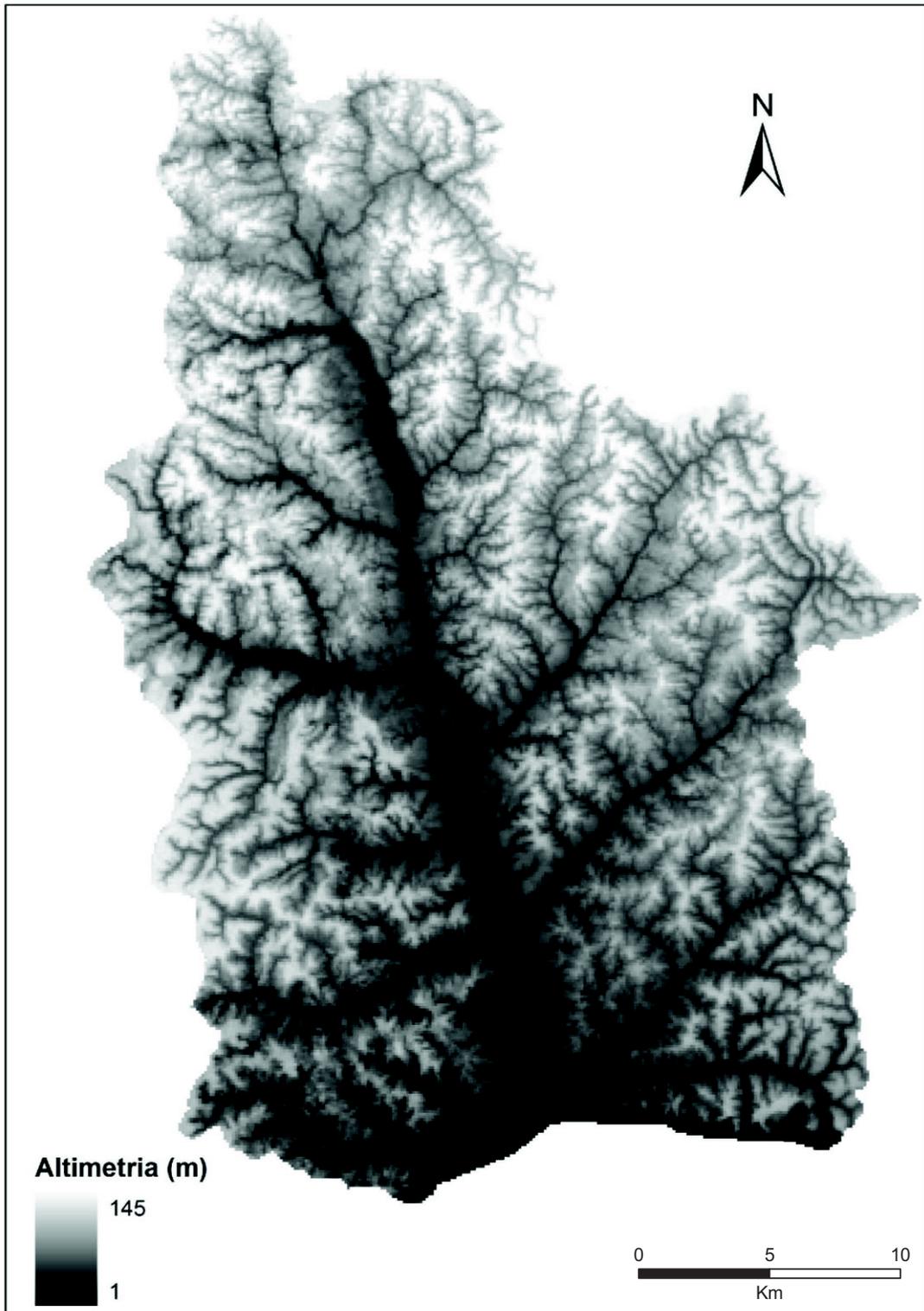
Estando sob influência do clima Equatorial Úmido, com insolação e chuvas intensas ao longo do ano, os afluentes da bacia obedecem ao regime geral de dois períodos distintos, sendo de dezembro a junho o período das cheias, caracterizados por chuvas torrenciais decorrentes da intensa evaporação pela forte radiação solar refletida sobre a região. Nos meses de julho a novembro, ocorre o verão, período que a insolação torna-se mais evidente e os dias são mais secos, ocasionando a evaporação em larga escala dos rios da região, etapa também conhecido como vazante dos rios.

O clima da região que abrange a bacia tem características climáticas quentes e úmidas, de acordo com a classificação de Koppen, a temperatura média anual do clima equatorial é de 25 °C e o índice pluviométrico médio anual é de 2.300 mm (PRANCE & LOVEJOY, 1985 apud NOGUEIRA et al., 2015).

A partir de uma imagem *raster* em escalas de cinza da bacia hidrográfica do Puraquequara (Mapa 5) gerada a partir do software QGIS 2.8, foi possível estabelecer os principais divisores naturais do relevo da região, se observados na imagem os pontos claros (em branco) que indicam as áreas mais altas do terreno, os pontos escuros (em preto) por sua vez apresentam as áreas mais baixas do relevo. A variação altimétrica do terreno varia de 1 a 145 m em relação ao nível do mar.

O modelo digital de elevação pode ser representado também pelo relevo sombreado e sombreado colorido gerados a partir de um recurso do SIG (FLORENZANO, 2011). Com características estruturais distintas, a região da bacia está composta por elementos variados, tendo sua nascente localizada na região da BR-174 e vazante no rio Amazonas, compreendendo uma extensa região natural. Juntos esses fatores justificam a importância da caracterização daquela região, tendo nesse entendimento a relação mútua entre os atores responsáveis pela sua reestruturação.

Mapa 5: Modelo digital de elevação (MDE) em níveis de cinza da bacia hidrográfica do Puraquequara destacando os pontos mais elevados em tons claros e as áreas mais baixas em tons mais escuros



Autor: Michel Jader de oliveira Miranda
Fonte: RelevoBrasil

A área que se estende a bacia do Puraquequara possui valores de declividade médios o que permite caracteriza-la como bacia de declividade baixa (COSTA et al., 2013) este é um fato que auxilia a contenção da instalação de processos erosivos locais. Técnicas utilizadas na prevenção deste problema podem ser trabalhadas de modo eficaz.

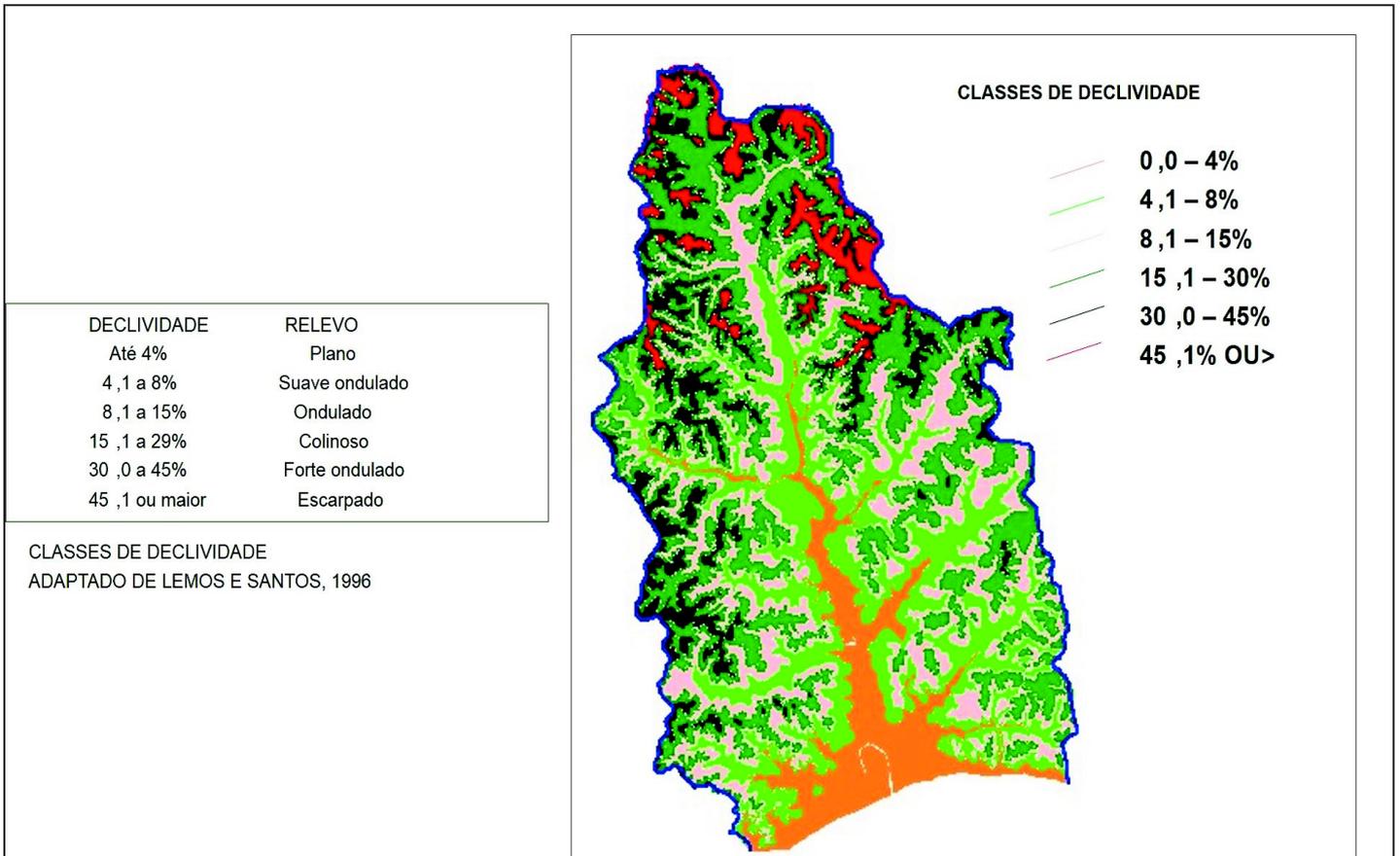
Por ser tratar de uma bacia extensa em área de cobertura, é possível identificar variações ao longo do terreno que acarretará em contrastes distintos do relevo durante os períodos de cheia e vazante, o que refletirá na dinâmica do curso dos rios

Em relação a declividade (Mapa 6) e classificação da bacia como área de proteção permanente (APP), a análise da declividade do terreno da região apontou vertentes que possuem elevada inclinação (mais de $20,2^\circ$) no setor norte, e somente um topo de morro, no setor noroeste atende aos critérios para área de preservação legal (PEQUENO FILHO, 2005).

A variação do declive do terreno é responsável também por diferentes análises em relação as áreas de interesse e apropriação. Por se tratar de uma região que faz fronteira com a área urbana, a necessidade por um plano de gestão dos recursos naturais é urgente em virtude da importância ecológica que a bacia representa. Para Pequeno Filho (2005):

A proximidade com a cidade e a multiplicidade de ecossistemas florestais e paisagens podem trazer uma maior valoração das terras do Puraquequara, no interesse do lazer e do turismo, porém seria importante um plano de gestão ambiental que detivesse a exploração indiscriminada de florestas e areas.

Mapa 6: Classes de declividade do terreno da bacia hidrográfica do Puraquequara



Fonte: Lemos e Santos, 1996 apud Pequeno Filho, 2005

2.3.3 - Análise Morfométrica

As técnicas morfométricas podem ser utilizadas na rede hidrográfica para o reconhecimento da extensão dos canais e área da bacia hidrográfica, para tanto são levados em consideração parâmetros expostos na (Tabela 3), que auxiliam para o entendimento dos aspectos físicos presentes no perímetro das bacias hidrográficas e que elucidam sobre a potencialidade morfológica do relevo no planejamento territorial. Além desses aspectos, o ordenamento dos rios, a extensão do rio principal, o comprimento total dos canais e o perímetro completo da bacia podem ser identificados. Essa análise é fundamental nos estudos que fazem relação das modificações estruturais da bacia com processos antrópicos com destaque para o crescimento populacional e uso e ocupação do solo nas diferentes unidades de relevo identificadas. A metodologia de análise morfométrica utilizada foi de acordo com Horton (1945).

Tabela 3: Parâmetros utilizados na análise morfométrica de bacias hidrográficas

Tipo de análise	Parâmetro	Definição	Equação
Linear	Hierarquia fluvial (Hf)	Ordenação dos canais fluviais dentro de uma bacia hidrográfica.	H_f
	Relação de bifurcação (Rb)	Razão entre o número total de canais de certa ordem e o número total de canais de ordem imediatamente superior.	$R_b = N_u / N_{u+1}$
	Índice de sinuosidade do canal principal (Is)	Relação entre a distância da desembocadura do rio e a nascente mais distante, medida em linha reta, e o comprimento do canal principal.	$L_s = 100(L - eV) / 100$
	Comprimento do canal principal (L)	Distância que se estende ao longo do curso d'água desde a nascente principal até a foz.	L
	Extensão do percurso superficial (Eps)	Distância média percorrida pelas enxurradas entre o interflúvio e o canal permanente.	$E_{ps} = 1/2Dd$
	Gradiente dos Canais (Gc)	Relação entre a diferença máxima de altitude entre o ponto de origem e o término com o comprimento do respectivo segmento fluvial	$G_c = \frac{Alt_{max} - Alt_{min}}$
	Área da Bacia (A)	Área drenada pelo conjunto do sistema fluvial, projetada em plano horizontal.	A
	Comprimento da Bacia (C)	Distância medida, em linha reta, entre a	C

Real	<p>Relação entre o comprimento do rio principal e área da bacia</p> <p>Forma da bacia (If)</p> <p>Densidade dos rios (Dr)</p> <p>Densidade de drenagem (Dd)</p> <p>Coefficiente de Manutenção (Cm)</p>	<p>foz e o mais alto ponto situado ao longo do perímetro.</p> <p>Calculado conforme a seguinte expressão (Christofolletti, 1980).</p> <p>É obtida a partir de uma figura geométrica que possa cobrir da melhor forma possível a referida bacia.</p> <p>É a relação existente entre o número de Rios ou cursos de água e a área da bacia.</p> <p>Correlaciona o comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia.</p> <p>Fornece a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento.</p>	<p>$L = 1,50^{0,6}$</p> <p>$Lf = \frac{1}{1 + (\text{areaKnL}) / (\text{areaKuL})}$</p> <p>$Dr = N/A$</p> <p>$Dd = Lt/A$</p> <p>$Cm = 1/Dd \cdot 1000$</p>
Análise	<p>Amplitude altimétrica (Hm)</p> <p>Relação de relevo (Rr)</p> <p>Índice de rugosidade (Ir)</p>	<p>Diferença altimétrica entre a altitude da desembocadura e a altitude do ponto mais alto situado em qualquer lugar da divisória topográfica.</p> <p>Relação entre a amplitude altimétrica máxima da bacia e a maior extensão da referida bacia, medida paralelamente à principal linha de drenagem.</p> <p>Combina as qualidades da declividade e comprimento das vertentes com a densidade de drenagem.</p>	<p>$Hm = P1 - P2$</p> <p>$Rr = Hm/A^{0,5}$</p> <p>$Ir = H \cdot Dd$</p>

Org.: Michel Jader de Oliveira Miranda
 Fonte: Adaptado de Nogueira et al., 2013

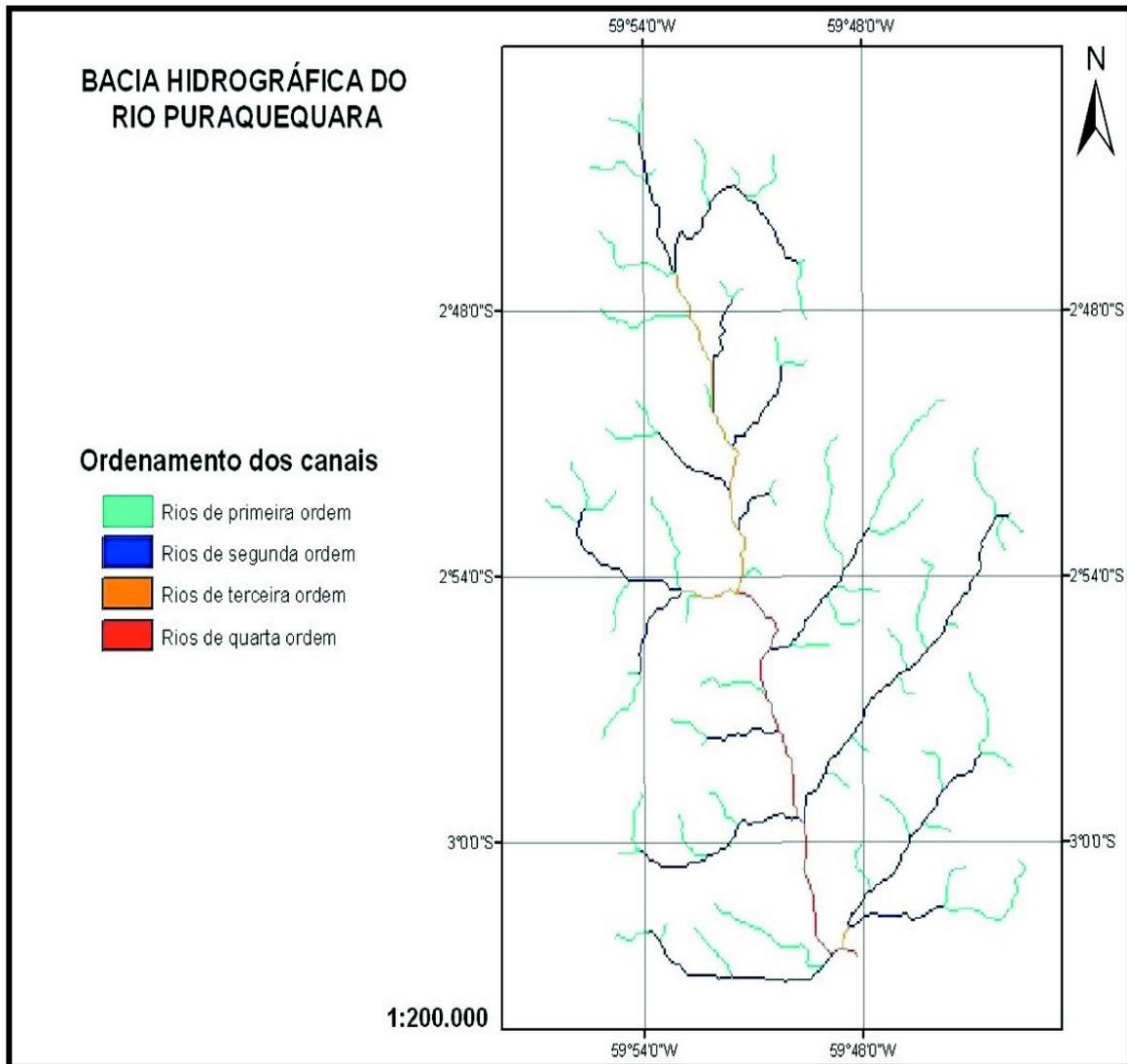
2.3.4 - Ordenamento dos canais da bacia do Puraquequara

A bacia hidrográfica do Puraquequara tem seu curso principal em destaque o Puraquequara, como tributário da margem esquerda do rio Amazonas e está localizada na vertente leste do platô onde está o município de Manaus, sendo uma das barreiras naturais do avanço populacional juntamente com a bacia do Tarumã-Açú na vertente do setor oeste.

A análise morfométrica teve como base uma carta topográfica da região que abrange a bacia do Puraquequara e os métodos elaborados por Strahler (1952). Utilizando essa carta topográfica, delimitou-se primeiramente a bacia hidrográfica verificando os principais divisores de água e o ordenamento dos cursos d'água (Mapa 7).

Através da delimitação e da verificação da hierarquia fluvial foi possível observar que esta bacia possui rios de primeira, segunda, terceira e quarta ordem, perfazendo um total de 84 rios que juntos somam 544.985 km de extensão e uma área total de 694.834km².

Mapa 7: Ordenamento dos rios presentes na bacia hidrográfica do Puraquequara



Fonte: Costa (et al. 2013); Strahler, 1952

A bacia do Puraquequara apresenta ainda perímetro linear de 134 km e comprimento do canal principal de 19,451 Km de extensão da nascente até a foz. Se levada em consideração a sua área, a bacia do Puraquequara pode ser considerada grande em extensão pela área que ocupa dentro do perímetro urbano do município (Quadro 2).

Quadro 2: Hierarquia fluvial da bacia hidrográfica do Puraquequara

ORDEM	Nº DE RIOS	COMPRIMENTO TOTAL DOS RIOS (KM)
1º Ordem	63	544.985
2º Ordem	15	
3º Ordem	5	COMPRIMENTO DO CANAL PRINCIPAL
4º Ordem	1	19,451 Km
Total	84	

Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda

Fonte: Strahler, 1952

2.3.5. Análise Linear

Para a obtenção dos dados referentes a análise linear a seguir, foram aplicados os cálculos por meio das fórmulas elaboradas por Horton (1945), na qual se destacam a relação de bifurcação (Quadro 3), que é a razão entre o número total de canais de certa ordem e o número total de canais de ordem imediatamente superior de acordo com a fórmula a seguir: $R_b = N_u / N_{u+1}$

Quadro 3: Relação de bifurcação dos canais

	1º Ordem	2º Ordem	3º Ordem	4º Ordem
Número de canais	63	15	5	1
	R_b	R_b	R_b	R_b

Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda.

Para a análise da relação entre o comprimento médio dos canais (Quadro 4) de cada ordem, usou-se a seguinte fórmula: $L_m = L_u / N_u$

Quadro 4: Comprimento médio dos canais

ORDEM	QUANTIDADE	COMPROMENTO TOTAL (KM)	Lm
1º	63	X km	l _m
2º	15	X km	l _m
3º	5	X km	l _m
4º	1	X km	l _m

Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda

Para o cálculo do comprimento do rio principal, utiliza-se a distância que se estende ao longo do curso d'água desde a nascente principal até a foz, representado pela letra: L. No estudo da densidade de drenagem, representado pela fórmula: $Dd = C/A$, correlaciona-se o comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia, como destacado abaixo.

C: Comprimento total dos rios: **544.985 km**

A: Área da bacia: **694.834 km²**

Dd: **0,78 km²**

2.3.6 - Análise Areal

Na análise real de bacia (Tabela 4), são utilizados os seguintes parâmetros: Área da Bacia, que é a área drenada pelo conjunto do sistema fluvial, projetada em plano horizontal; Comprimento da bacia: Distância medida, em linha reta, entre a foz e o mais alto ponto situado ao longo do perímetro; Densidade de rios ou frequência: É a relação existente entre o número de Rios ou cursos de água e a área da bacia; Coeficiente de manutenção: Fornece a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento, e a Sinuosidade dos canais: É a relação entre a distância foz do rio e a nascente mais distante em linha reta e o comprimento do rio principal no formato vetorial.

Tabela 4: Fórmulas para análise real de bacias hidrográficas

Análise Real de bacias	
Área da Bacia	A
Comprimento da bacia	C
Densidade de rios	$Dr = N/A$
Coeficiente de manutenção	$Cm = 1/Dr.1000$
Sinuosidade dos canais	$Sin = L/Lb$

Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda

2.3.7 - Análise comparativa dos resultados

Foram aplicadas as fórmulas de análise linear e análise real de bacias hidrográficas com base na análise de Horton (1945). Como referência os estudos

realizados por Umetsu (et al., 2012) e Costa (et al., 2013) além de cartas topográficas, foi utilizado um Modelo Digital de Elevação (MDE – SRTM 90m).

Para análise comparativa dos parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do Puraquequara foi utilizado como base os estudos realizados sobre a bacia hidrográfica do rio Monte Sinai em Carlinda – MT e sobre as bacias hidrográficas do Tatumã-Açú e Puraquequara localizadas em Manaus. Esses estudos por sua vez, tiveram como objetivo não apenas levantar os parâmetros morfométricos das bacias anteriormente citadas, como também relacionar estes ao uso e cobertura do solo associados ao processo de ocupação nas respectivas regiões.

A bacia hidrográfica do Puraquequara tributário da margem esquerda do rio Amazonas apresenta rede de drenagem com padrão dentrítico de quarta ordem e frequência e densidade de drenagem baixa. A densidade de drenagem da bacia apresenta o valor de 0,78 que caracteriza a bacia como de drenagem pobre, pois para que seja considerada como uma bacia bem drenada teria que apresentar valor igual ou superior a 3,5.

Contudo, vale destacar a questão da bacia hidrográfica do Puraquequara ficar localizada em uma das regiões com maior quantidade de chuvas anuais do Brasil, indo em contraponto ao indicado anteriormente no texto, vale ressaltar que se trata de um padrão de análise que não levou em questão a região em que se encontra a localidade.

De acordo com Costa (et al., 2013)

Baseado apenas nos valores de densidade de drenagem, tendem a apresentar uma resposta hidrológica lenta, pois o caminho que a água da chuva terá que percorrer pelas vertentes é maior (p. 96)

(TONELLO, 2006 apud UMETSU et al., 2012) ressalta que:

Valores baixos de densidade de drenagem estão geralmente associados a regiões de rochas permeáveis e de regime pluviométrico caracterizado por chuvas de baixa intensidade ou pouca concentração da precipitação (p. 89)

Relacionando os valores obtidos desta bacia com os estudos citados ficou claro ao perceber que apesar da grande extensão que a bacia do Puraquequara ocupa, o curso de seus rios é considerado lento e de baixa declividade, sendo uma bacia que apresenta pouca chance de sofrer ação das enchentes.

2.4 - Principais afluentes da bacia do Puraquequara

Por se tratar de uma grande bacia hidrográfica e apresentar extensão territorial abrangente, a rede hidrográfica da bacia detém um número relativamente grande de afluentes e lagos (Tabela 5), é uma das bacias onde as características naturais são ainda muito preservadas, com destaque para a fauna e flora que servem de atrativo turístico local. A bacia hidrográfica do Puraquequara ganha destaque por ser uma das maiores bacias localizadas dentro de um perímetro urbano e que ainda não teve suas características naturais totalmente modificadas.

Tabela 5: Principais afluentes da bacia hidrográfica do Puraquequara

CANAL PRINCIPAL	AFLUENTES DA MARGEM DIREITA	AFLUENTES DA MARGEM ESQUERDA	LAGOS
RIO PURAQUEQUARA (*)	ÁGUA BRANCA	CANAIRU	BOA VISTA
	MATRINCHÃ	BRANQUINHO	DO COMPRIDO
	MEADA	MAINÁ	DO PADRE
	IPIRANGA	MAINAZINHO	DO PURAQUEQUARA (**)
	JOÃO PAULO		
	BOA VISTA		

(*) Rio que delimita naturalmente os setores ocidental e oriental da bacia hidrográfica.

(**) Local de importância socioeconômica por abrigar diferentes atividades econômicas, como a pesca artesanal.

Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda

Fonte: Adaptado de Fortes, 2001

Capítulo III – Principais transformações nos aspectos ambientais da bacia hidrográfica do Puraquequara

3.1- Histórico do processo de ocupação da bacia hidrográfica do Puraquequara

A bacia hidrográfica do Puraquequara localizada no setor leste da cidade de Manaus é atualmente um dos locais da cidade em que a expansão urbana avançou nas últimas décadas. O processo de ocupação na localidade teve início em meados do século XX com a chegada de vinte e três famílias que inicialmente formaram a Vila do Puraquequara, sobrevivendo da agricultura familiar.

O acesso ao local era feito exclusivamente por vias fluviais, o que representou atraso ao processo de expansão urbana para a região, até então a parte central e adjacências da cidade de Manaus eram os locais amplamente procurados para residência em decorrência da valorização que aquela região apresentava no período da borracha. Com a especulação imobiliária e o aumento do preço do m² nas regiões mais povoadas, muitas famílias que chegavam a cidade acabavam procurando os locais de menor valor para se instalar, nesse período as áreas mais afastadas e que não apresentavam as condições básicas para a moradia eram as de menor valor no mercado imobiliário

É importante salientar que no setor oeste da cidade na bacia hidrográfica do Tarumã, esse processo ocorreu de maneira diferente já que houve uma supervalorização dos terrenos, reduzindo o crescimento local, todavia não evitou a sua ocupação. Atualmente, esse cenário não mudou e a supervalorização continua restringindo o movimento migratório para essa localidade.

Na década de 1970 ocorre uma mudança significativa na vida dos moradores do Puraquequara que de acordo com Coelho (2006):

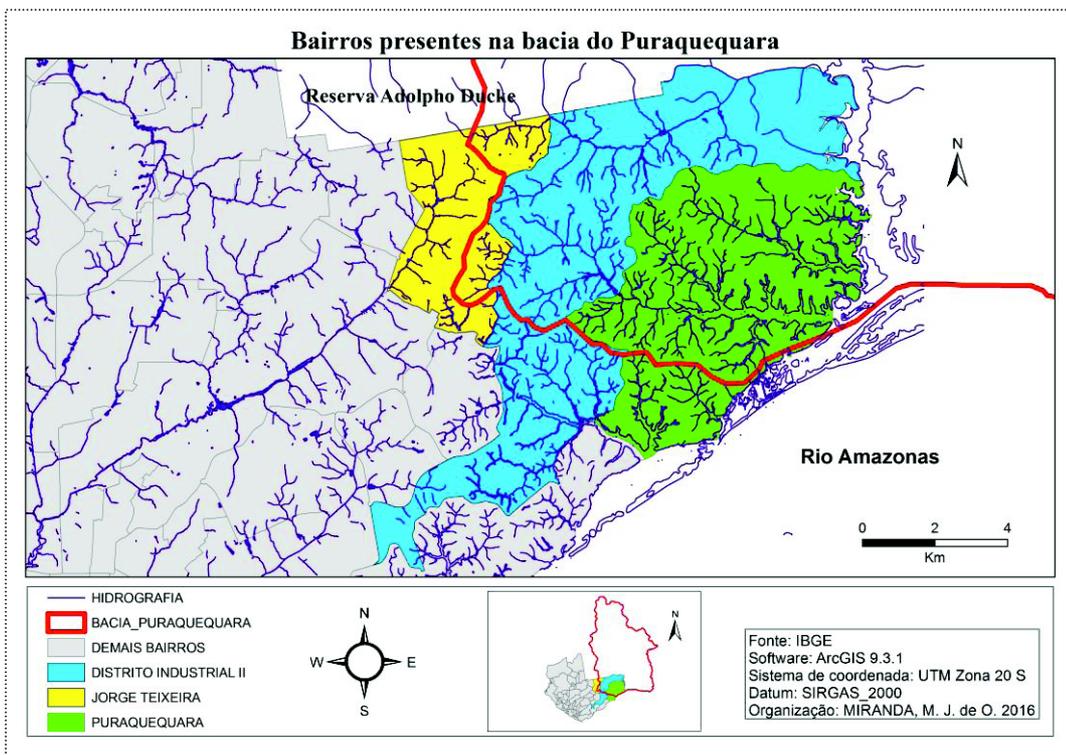
[...] movidos pelas constantes cheias e o incentivo da freira belga, os moradores domiciliados na várzea começaram a migrar para a terra firme, onde firmaram suas casas e suas vidas, às margens do Lago do Puraquequara, processo que, de acordo com Ferraz (1998), se estendeu entre os anos de 1972 e 1975 – sendo este um marco divisor de águas na história do lugar – dando origem a Vila do Puraquequara [...] (p. 48)

Até meados da década de 1990 o acesso dos moradores do Puraquequara ao centro ainda continuava por vias fluviais para o escoamento da produção agrícola para as feiras. A estrada do Puraquequara que liga ao restante da cidade a área da bacia do Puraquequara ainda não estava pavimentada, que só veio a acontecer no ano de 1996 em obra de beneficiamento realizada pela prefeitura do município.

Em 1990 a prefeitura implantou um assentamento no local que abrigou trezentas novas famílias, no mesmo ano a Vila do Puraquequara foi elevada à categoria de bairro pelo decreto municipal lei 671/02 do plano diretor do município artigo 44, contribuindo para o aumento da população local. Em virtude da facilidade que o estrada se mostrava, o percentual de pessoas que passaram a frequentar e posteriormente a morar na área cresceu significativamente.

A bacia hidrográfica do Puraquequara é composta pelos bairros de mesmo nome, Distrito Industrial II e Jorge Teixeira ambos localizados na parte ocidental da bacia na margem direita do rio principal (Mapa 8) e também por vinte e três comunidades espalhadas ao longo do perímetro que se estende a bacia, além de vários ramais dentre os quais se destaca o ramal do Brasileirinho.

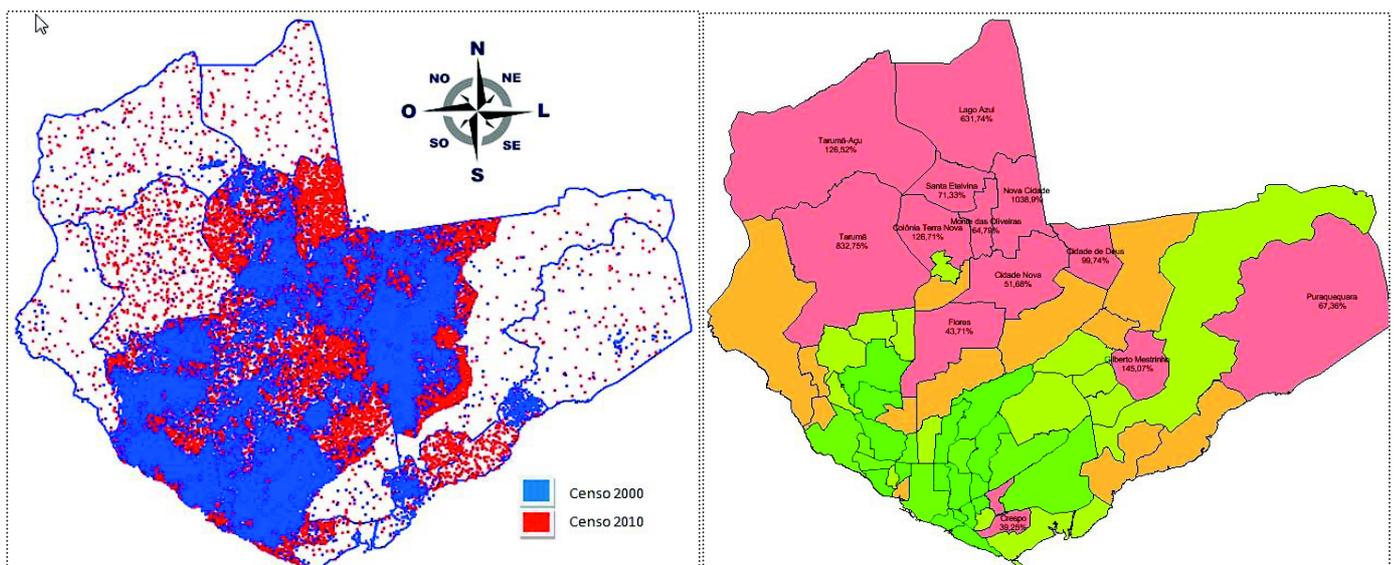
Mapa 8: Bairros situados no perímetro da bacia do Puraquequara



Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda

O bairro limita-se a partir da Bola do Produtor Agrícola até a comunidade do Bom Sucesso no Tabocal. A facilidade que a estrada pavimentada proporcionou ao desenvolvimento urbano do local foi expressivo (Mapa 9) em que se evidencia o avanço populacional para a região e num comparativo com os dados populacionais do censo 2000 e 2010 do IBGE destaca-se o crescimento de mais de 65% da população do bairro do Puraquequara localizado na margem esquerda da bacia. Esse fato reforça uma questão levantada sobre a relação da pavimentação da estrada com o aumento do fluxo populacional e como observado nas figuras o caminho seguido pelas populações está estreitamente ligado com a oferta de terras mais baratas e pela facilidade de acessar a localidade.

Mapa 9: Avanço e crescimento populacional para a região da bacia do Puraquequara



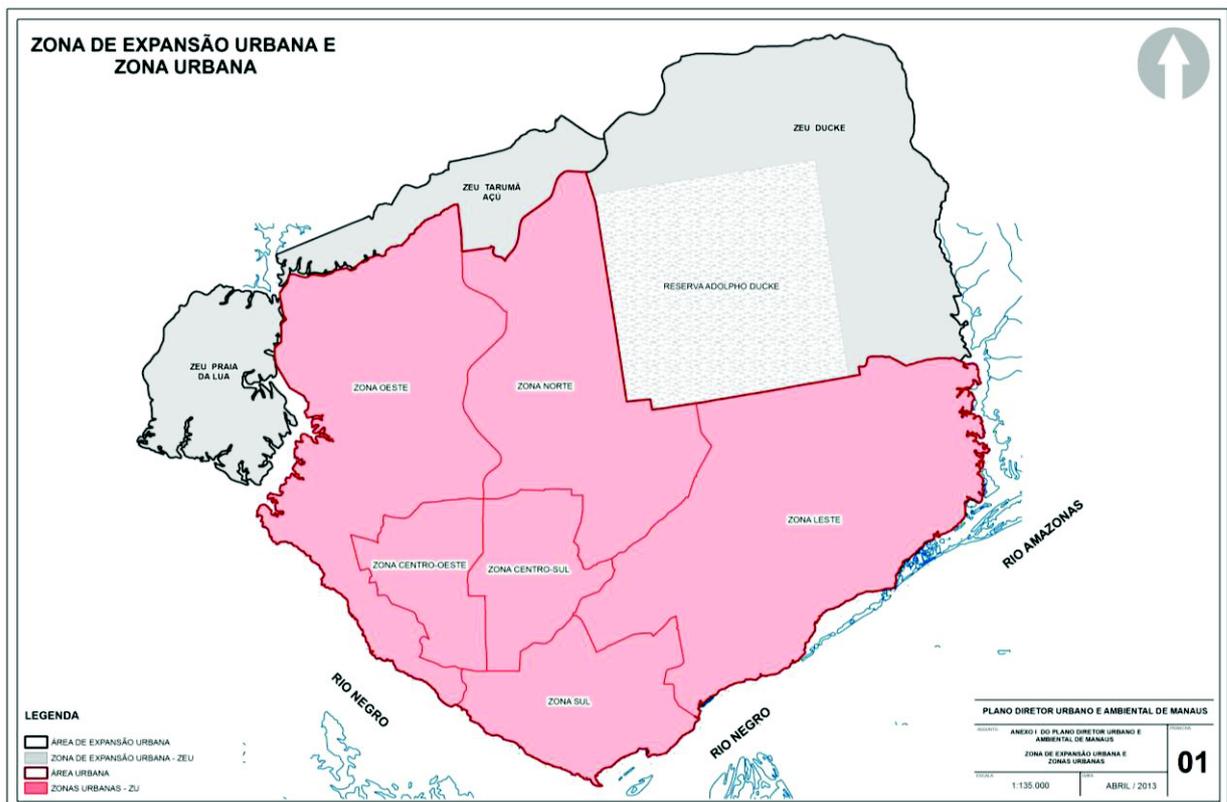
Organização: Michel Jader de Oliveira Miranda
Fonte: Geomanaus

Mesmo com a intensa urbanização que a localidade sofreu nas últimas décadas, a região ainda é considerada uma área de preservação ambiental decorrente em grande parte de seus recursos naturais ainda se manterem preservados. Verificada a existência de barreiras impostas ao avanço da população, como a existência de uma base do exército situada no setor oriental (leste) da bacia que funciona como mantenedor dos recursos naturais, forçando as populações a migrarem em direção ao setor norte da bacia, nas proximidades da barreira e indo até a AM-010 (Mapa 10),

ocupando praticamente toda a parte ocidental (oeste) da bacia delimitando-se com a reserva Adolpho Ducke.

Sendo a reserva uma Área de Proteção Permanente, isso também impediu a expansão urbana e populacional da região, por força das leis que vigoram, o local ainda mantém suas características naturais preservadas e compõem a fauna e flora presentes na bacia do Puraquequara.

Mapa 10: Expansionismo urbano para a região da bacia do Puraquequara



Fonte: IMPLURB

3.2 - Uso e ocupação do solo

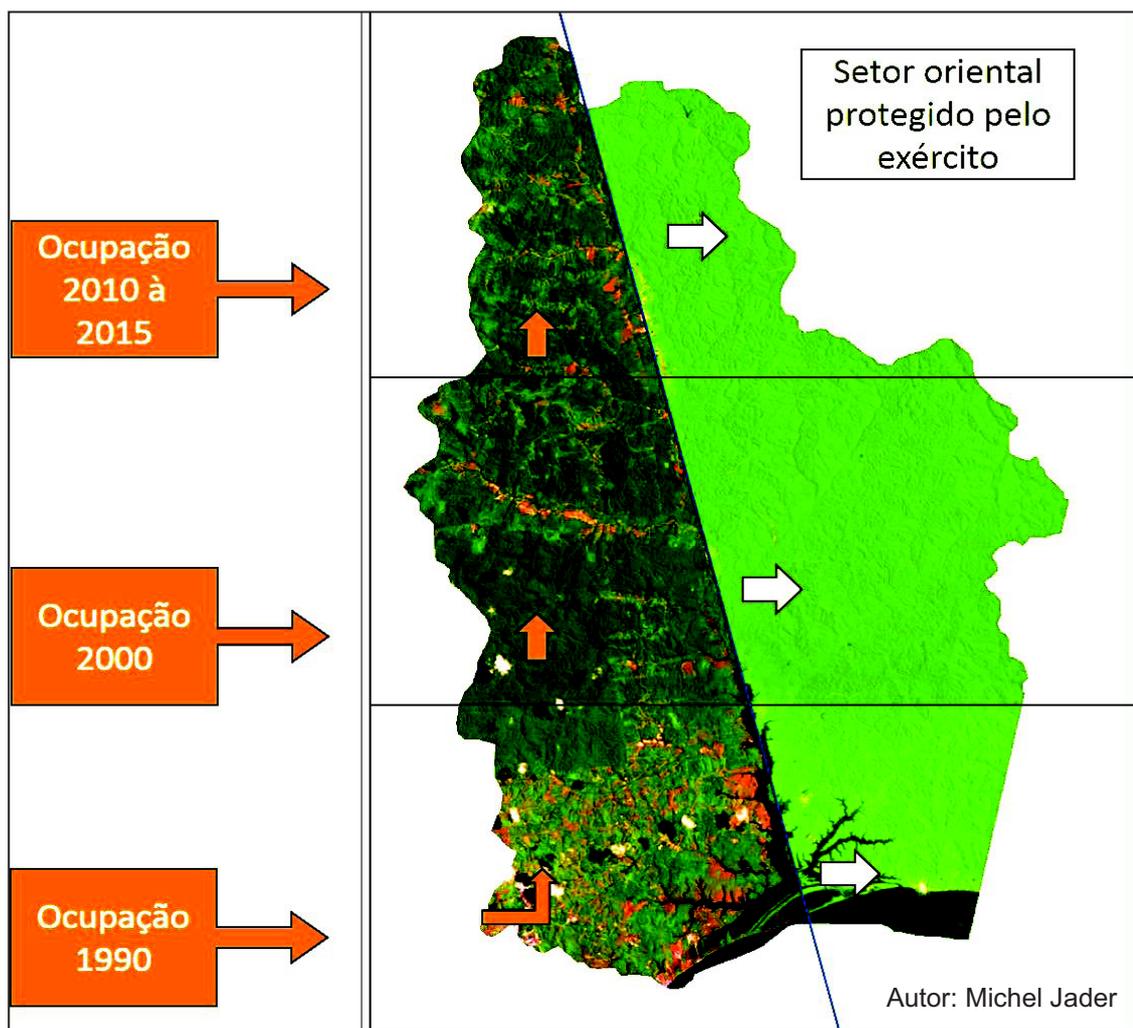
Ao longo do perímetro da bacia do Puraquequara apresentam-se diferentes funções urbanas em decorrência das distintas formas de ocupação ao longo de sua extensão geográfica, análises a partir da técnica não supervisionada de campo e da comparação dos dados nos permitiram identificar os principais usos dos recursos naturais no local, principalmente no setor sudoeste que é a área da localidade mais atingida pela ocupação nas últimas décadas.

Visualmente é possível estabelecer os setores que mais expressam o processo de ocupação populacional (Mapa 11) e foram identificadas as principais feições presentes na bacia além do traçado que o processo do avanço populacional seguiu durante os períodos estudados, com destaque para setorização do perímetro da bacia que foi organizado seguindo o crescimento da mancha urbana.

Sobre os aspectos em que se insere a região da bacia hidrográfica do Puraquequara, o plano diretor do município ano 2014 ressalta no art. 1º, inciso IV que:

Constitue uma das maiores áreas habitacionais com característica horizontal da cidade, possuindo, ainda, atividades industriais, agroindústrias, de agricultura familiar, de turismo ecológico, atividades portuárias e de proteção ambiental, por sua localização na orla do Rio Amazonas (p. 1)

Mapa 11: Setores ocupados durante os períodos estudados na pesquisa no perímetro da bacia hidrográfica do Puraquequara

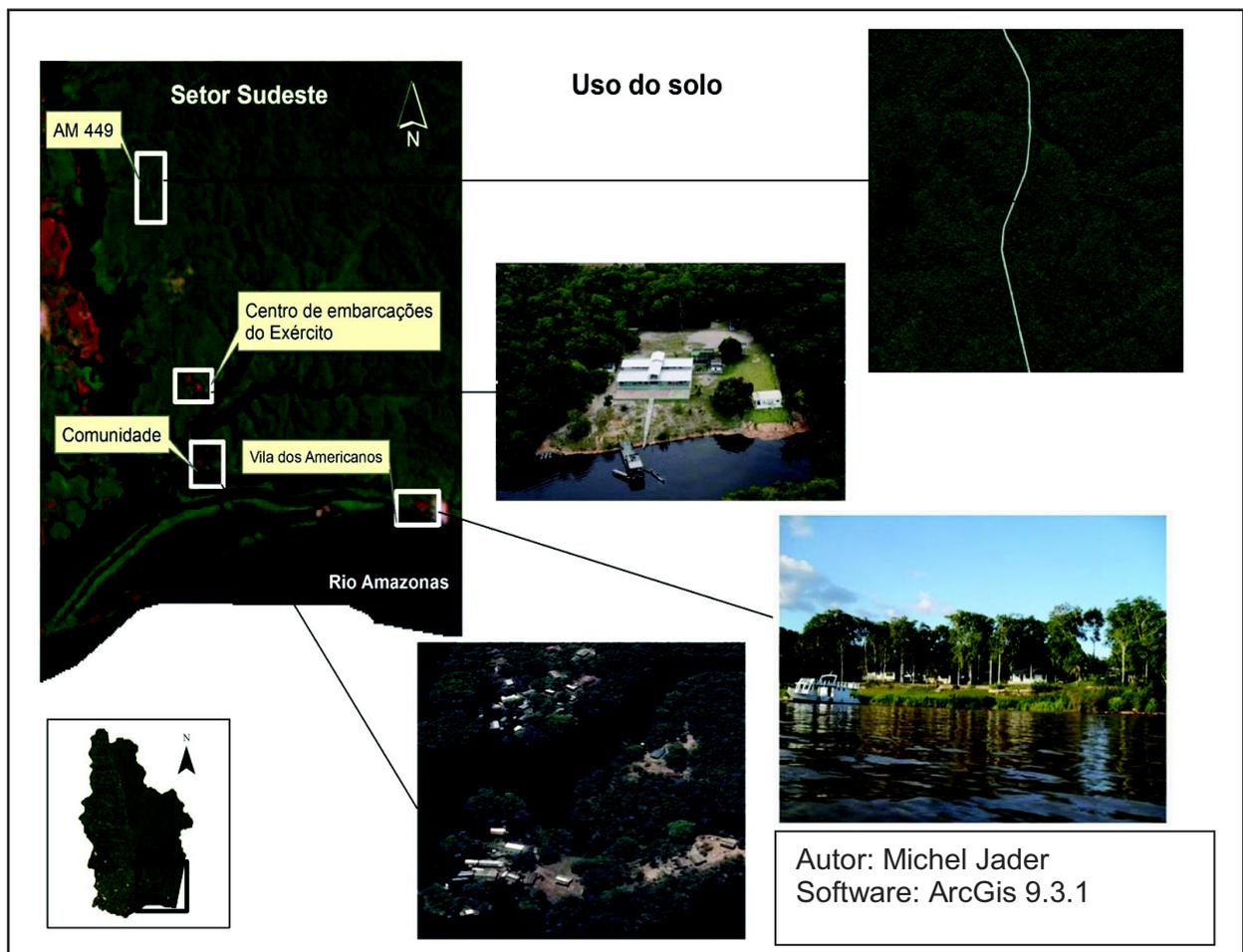


Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda
Fonte: Pesquisa de campo

3.2.1 - Uso e ocupação do solo no setor sudeste

A parte oriental da bacia (Mapa 12) destaca-se pelo alto nível de preservação das matas nativas, decorrente da presença de uma base do exército que transformou o local em uma grande área de preservação ambiental e cuidando de seus recursos.

Mapa 12: Principais usos do solo no setor sudeste da bacia do Puraquequara



Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda
Fonte: Google Earth; INPE; Panoramio; Pesquisa de campo

Como identificado, a bacia do Puraquequara apresenta a maior parte dos seus recursos naturais ainda muito evidentes no setor oriental que representa uma área de preservação, portanto, é possível encontrar na localidade uma variedade de espécies de árvores nativas e animais silvestres, além de rios e atrativos de caráter naturais que a transformaram em local de desenvolvimento da vida selvagem. A implantação da

base do exército na região criou uma barreira que impediu significativamente o avanço populacional, sendo atualmente responsável por sua manutenção.

Neste setor, está localizada a AM-449 que parte da base do exército seguindo ao norte da bacia até ligar-se a AM-010, também são identificadas algumas comunidades que praticam a agricultura familiar com o plantio de hortaliças e a pesca, ambas as atividades praticadas não são suficientes para degradar de maneira expressiva os seus recursos naturais, mesmo estando próximo ao setor mais afetado pelo expansionismo urbano.

Sobre o domínio oriental (setor leste) da bacia do Puraquequara, Fortes (2001) menciona que:

Tem a maior área verde da bacia do Puraquequara (353 km²), pertencente em sua maioria ao CIGS. [...] A área de ocupação ocorre ao longo da AM-010, que corta o domínio oriental ao norte, e ao sul (pequena área), onde encontram-se o cemitério, o quartel do CIGS, ambos à margem do igarapé mainá e algumas casas flutuantes locais (p. 190)

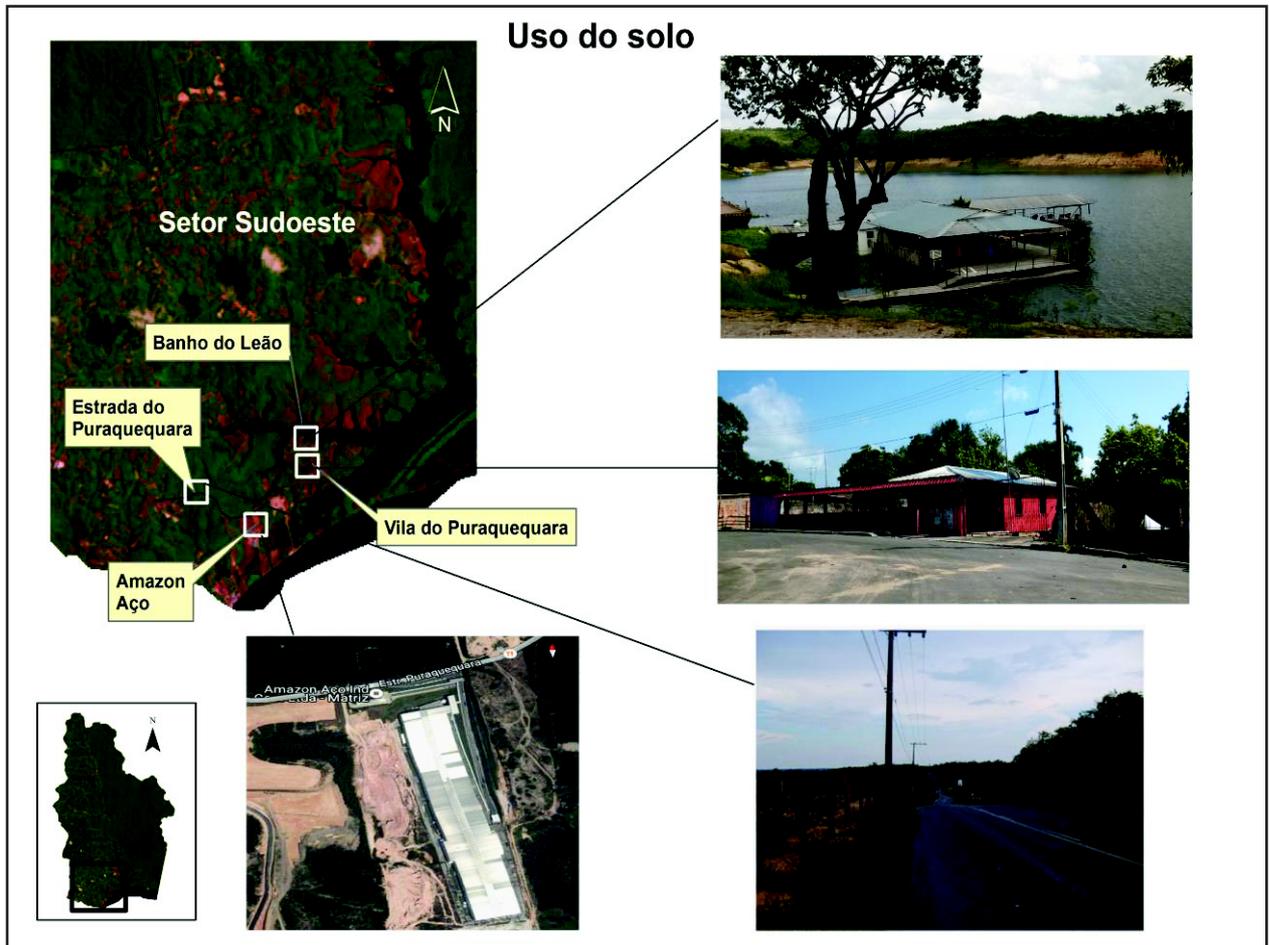
Portanto, fica explícito que este setor da bacia foi atingido até o presente momento por pequena ação antrópica, as pequenas áreas ocupadas não ultrapassam pequenas manchas espalhadas próximas à margem do rio Puraquequara e de seus afluentes, mantendo-se com taxa de preservação em torno dos noventa e oito por cento (Fortes, 2001). Também se destaca por ser local de atração de turistas que nos fins de semana procuram seus atrativos naturais para o lazer nos balneários localizados nas proximidades.

3.2.2 - Uso e ocupação do solo no setor Sudoeste

A região sudoeste (ocidental) da bacia (Mapa 13) é a área mais afetada pela expansão urbana, apresenta taxas de urbanização maiores que o restante do perímetro da bacia, é ocupada de forma desordenada e irregular com presença de indústrias com destaque para a empresa Amazon Aço, além de muitos sítios que se estendem pela estrada que liga ao bairro e balneários que servem para entretenimento nos fins de semana, ressaltando o potencial do turismo ecológico que a localidade é

conhecida, ganhando destaque e importância para a sua manutenção, como forma de desenvolvimento econômico.

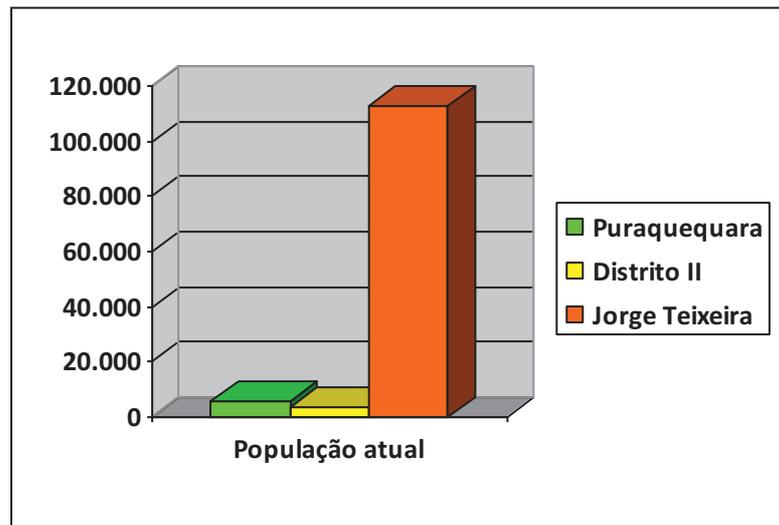
Mapa 13: Principais usos do solo no setor sudoeste da bacia do Puraquequara



Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda
 Fonte: Google Earth; Panoramio; Pesquisa de campo

Nesta localidade o processo urbano e a ocupação de áreas aconteceu de forma mais expressiva, verificada a sua localização na parte que se delimita com a franja urbana da cidade de Manaus. Neste setor encontram-se três bairros: Puraquequara, Jorge Teixeira e Distrito Industrial II que englobam a maior parcela da população residente na localidade (Gráfico 4), somente parte do bairro Jorge Teixeira se encontra no perímetro da região, os demais bairros localizam-se em sua totalidade no perímetro da bacia. A principal via desta região é a estrada que recebe o nome da bacia, após sua construção inicial pelos moradores, o acesso ficou melhor, se acentuou a partir da pavimentação da mesma pela prefeitura municipal em 1996.

Gráfico 4: População dos bairros presentes no perímetro da bacia do Puraquequara



Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda
 Fonte: Geomanaus

Com relação a pavimentação da estrada do Puraquequara, Coelho (2006) ressalta:

Com a construção da estrada, segundo relatos [...], começa-se a falar do Puraquequara como bairro, apesar de existirem posicionamentos opostos. O que se observa é que o Puraquequara ganha uma outra dinâmica de vida, passando a receber mais visitantes e novos moradores, inclusive, de alto poder aquisitivo, que compravam lotes para transformá-los em sítios para lazer e descanso nos finais de semana (p. 54)

Ao longo deste setor também está localizada a principal comunidade que é a Vila do Puraquequara, localizada as margens do rio principal, sendo um importante polo atrativo na localidade. Atualmente a vila possui infraestrutura e apresenta serviços básicos como saúde, linhas de ônibus regulares, energia elétrica e juntos esses fatores fortaleceram o povoamento local, assim como os demais bairros que ocupam aquele perímetro.

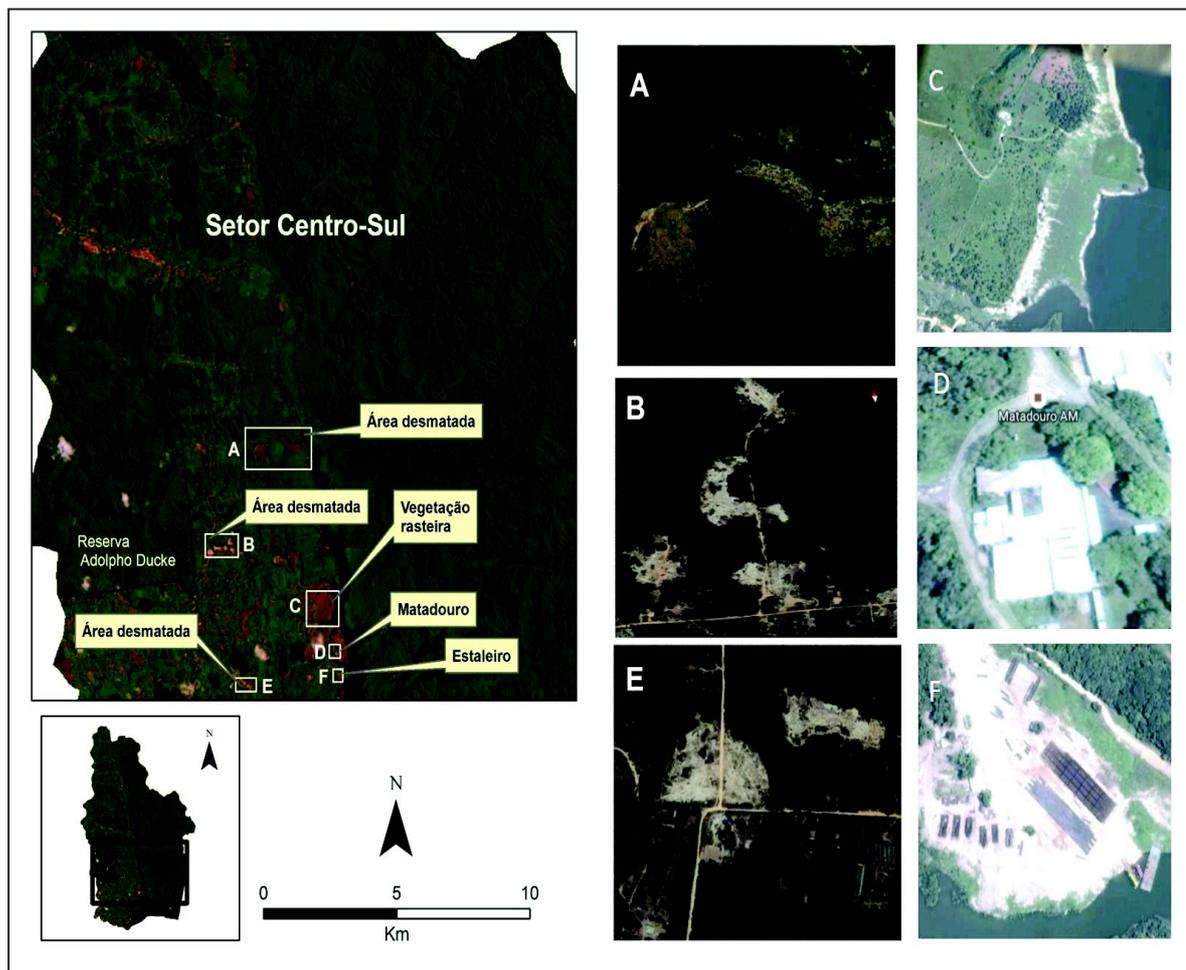
Um outro ponto identificado na área é a ausência de aplicabilidade das leis que regulam o uso e ocupação do solo, verifica-se um setor afetado intensamente pelo processo urbano e ocupado de maneira irregular, tendo a cobertura vegetal suprimida ao longo de décadas de ocupação. De acordo com o capítulo VII, art. 23, inciso 2º I do plano diretor e urbanístico de Manaus, estabelece “ considerar as bacias hidrográficas e espaços territoriais especialmente protegidos no planejamento da cidade” p. 5; contudo, a realidade encontrada principalmente nesta parte da bacia hidrográfica, é

totalmente adversa ao que se encontra nas leis, e o processo de ocupação não parou, se intensificou para norte delimitado pela reserva florestal Adolpho Ducke.

3.2.3 - Uso e ocupação do solo no setor Centro-Sul

No setor Centro-Sul (Mapa 14) o nível de preservação ainda continua em bom estado, muito em parte, com a criação e delimitada com a Reserva Florestal Adolpho Ducke solicitada pelo governo do Estado em 1955 e demarcada em 1959.

Mapa 14: Principais usos do solo no setor Centro-Sul da bacia do Puraquequara



Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda
 Fonte: Google Earth, INPE

Esta reserva ocupa uma área total de 10.000 hectares ou 100 km². De acordo com Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA que realiza diversas pesquisas

científicas no local, a reserva florestal se encontra em excelente estado de conservação, sendo afetada pelo processo urbano com baixo impacto.

A região que se localiza a reserva florestal é considerada uma área de expansão urbana, como destacado no art. 57, parágrafo único do plano diretor do município ano 2014:

Área de Transição é a faixa do território municipal que contorna os limites da Área Urbana, incluindo a Reserva Florestal Adolpho Ducke, podendo abrigar atividades agrícolas, usos e atividades urbanas de baixa densidade, onde são incentivadas atividades ecoturísticas. Parágrafo único. Quaisquer atividades desenvolvidas na Área de Transição deverão atender à legislação ambiental, visando à proteção dos recursos naturais, especialmente os recursos hídricos (p. 9)

Nas margens são encontrados muitos ramais, sítios, bairros como o Jorge Teixeira e Distrito Industrial II, além de áreas sem cobertura vegetal causadas principalmente pela ação antrópica, sendo usadas por agricultores para o plantio ou para criação de pastos para criação de gado.

Sobre o mau uso das potencialidades naturais das bacias hidrográficas, Braga et al (2012) ressalta:

A capital amazonense, assim como a maioria das grandes cidades brasileiras, apresenta uma expansão urbana desordenada. A ocupação do solo urbano às margens dos igarapés, em fundo de vales e em locais mais frágeis dos terrenos tem acarretado uma série de consequências ao meio natural como a supressão e degradação das áreas verdes e de preservação permanente, a falta de saneamento básico e a destinação final dos resíduos, gerando ambientes insalubres e com baixa qualidade de vida (p. 114-115)

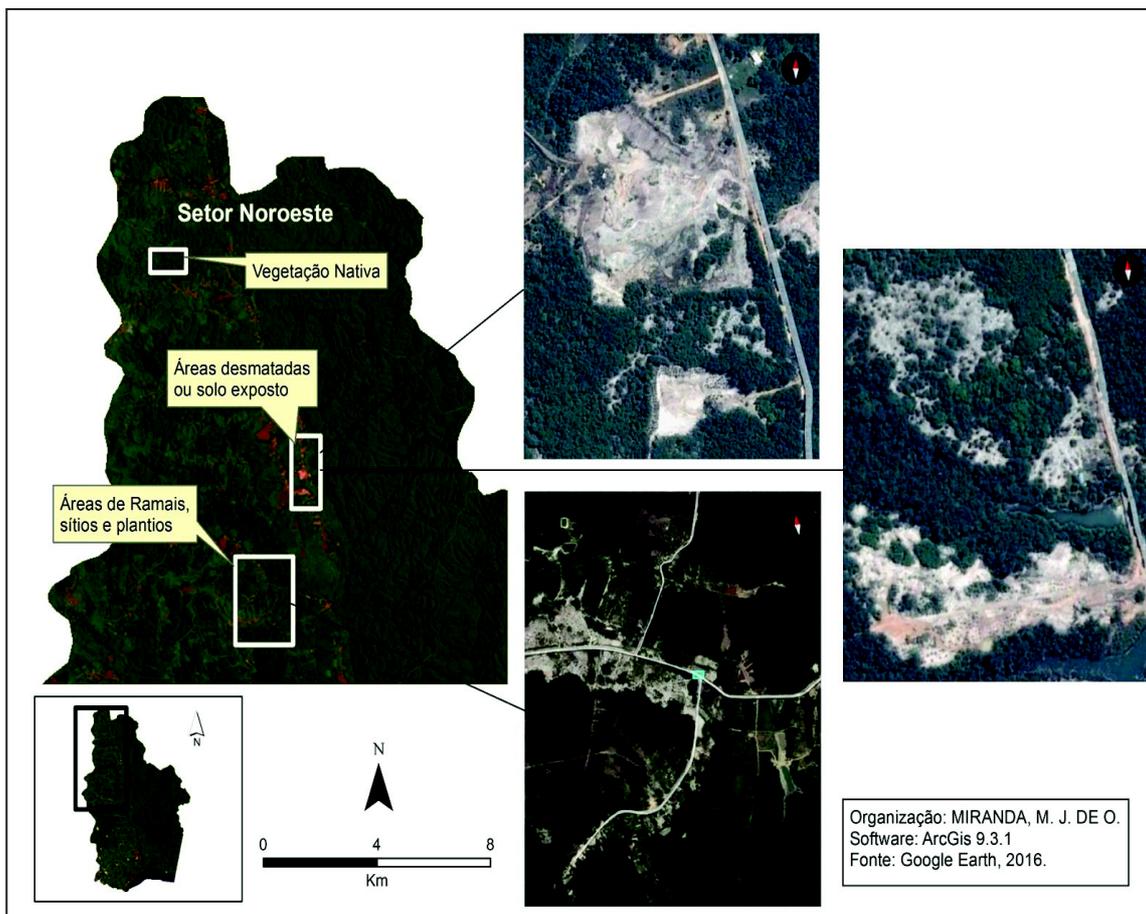
A situação dos recursos naturais da bacia do Puraquequara no setor centro-sul e seus entornos reflete-se numa junção de fatores que propiciaram a sua destruição do ambiente, o processo de crescimento populacional está sendo muito intenso nesta parte em decorrência da barreira criada pela presença do exército na margem esquerda do rio Puraquequara, o que acarretou na perda das características naturais originais em boa parte de sua totalidade.

A necessidade diária por locais e recursos por parte das populações e empresas é o que torna frágil o sistema natural que ainda se faz presente na região, e esse problema só não está tão grave devido a existência da reserva Adolpho Ducke que possui seus limites traçados e é protegida por leis, o que permitiu a manutenção de grande parte da vegetação nativa.

3.2.4 - Uso e ocupação do solo no setor Noroeste

Na região Noroeste (Mapa 15) estão presentes grande parte da vegetação nativa, porém, a existência de focos de desmatamento ou áreas com solo exposto se acentua a medida que, o processo de urbanização acelera em direção a este setor, e como observado, já mudou a configuração original da localidade.

Mapa 15: Principais usos do solo no setor Noroeste da bacia do Puraquequara



Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda
Fonte: Google Earth; INPE

Este setor representa a área atualmente ocupada e como ocorreu em muitas áreas da cidade de Manaus, está acontecendo de maneira desordenada, sem um planejamento urbano adequado e que propicie um uso sustentável dos recursos naturais. Na imagem anterior é possível perceber que o processo de ocupação está acelerado e já transpassou para áreas cada vez mais distantes do centro da cidade.

Há um contraste que reflete bem como a expansão urbana afeta o meio ambiente, no lado leste da bacia neste setor percebe-se que o nível de preservação ambiental é altíssimo, já no lado oeste, muitas áreas já foram suprimidas pela ação antrópica, em parte a legislação não foi a responsável por essa manutenção e sim a presença de forças militares que por esse mecanismo, impediram uma ação maior da população e de empresários.

3.3 - Transformações ocorridas nos aspectos naturais da bacia a partir da análise de imagens de satélite dos períodos de 1990 a 2015

A partir da análise comparativa das informações contidas nas imagens de satélite da bacia hidrográfica do Puraquequara referentes ao período estudado, destaca-se a expressiva e gradual perda da vegetação nativa principalmente na porção ocidental.

No período anterior ao asfaltamento da estrada que leva ao Puraquequara, no ano de 1996 pela prefeitura municipal de Manaus, foi possível estabelecer uma relação mútua entre a acessibilidade ao local com o aumento da mancha urbana e da população, como destacado no (Mapa 16 e 17).

Contudo, a questão do urbanismo da cidade de Manaus e no Puraquequara são evidenciados na visão de Oliveira (2003):

Em Manaus, o papel do Estado na produção do espaço urbano não se dá na perspectiva da mediação, mas da defesa de interesses que se colocam claramente contrários aos das populações locais (p. 74)

Ainda na questão das ocupações na região do Puraquequara e demais localidades inadequadas, Oliveira (2003) salienta a respeito de uma nova tendência de habitação:

[...] segregação residencial imposta, que são áreas residenciais ocupadas pelos segmentos de renda mais baixa que, pelo custo da moradia na cidade, vêem-se privados da escolha de onde e como morar, restando-lhes, no caso de Manaus, a ocupação de áreas desfavoráveis como os igarapês, as periferias distantes e a água (p.81)

Identificou-se que na porção oriental da bacia hidrográfica, a dinâmica do processo urbano ocorreu de maneira oposta ao da porção ocidental, sendo praticamente inalterados os seus aspectos naturais durante o período estudado, totalizando quase que 100% de preservação e de recursos naturais dessa localidade, o que configura uma dinâmica diferente entre setores localizados em áreas muito próximas.

Na porção oeste da cidade de Manaus na bacia do Tarumã-Açú, é visível uma ocupação desordenada em ambos os setores. O código florestal destaca no Art. 1º, incisos I, II e III objetivos muito claros em relação ao uso e ocupação do solo em áreas de preservação sendo consideradas áreas de interesse social por representarem locais com recursos vitais a soberania nacional, como água e solos propícios a prática agrícola, contudo, na região do Puraquequara aconteceu uma distorção na aplicabilidade das leis vigentes, uma vez que, analisadas as imagens de satélite da região, ficou claro sobre a forma de ocupação que se deu na localidade que não obedeceu aos critérios estabelecidos no presente código, configurando crime ambiental por não estar de acordo com as normas.

Quanto a importância da análise de aspectos urbanos com o uso de imagens de satélite, Florenzano (2011) menciona:

Os espaços formados pelas cidades constituem os ambientes urbanos. Aspectos ligados à urbanização, como localização do sítio urbano, limite da área urbana, expansão urbana e o processo de conturbação, são facilmente identificados em imagens de satélites, [...] No Brasil, o processo acelerado da urbanização tem provocado impactos negativos ao meio ambiente e à qualidade de vida da população (p. 114)

A partir da interpretação e classificação das imagens citadas, foi possível traçar a rota em que o processo urbano seguiu nos anos estudados na pesquisa, em destaque para os setores destacados em vermelho e laranja que juntos configuram o aumento das ocupações e retirada da vegetação nativa em tom verde escuro, no qual foi

suprimida expressiva quantidade de vegetações nas localidades do setor ocidental de norte a sul seguindo o rio principal e seus afluentes.

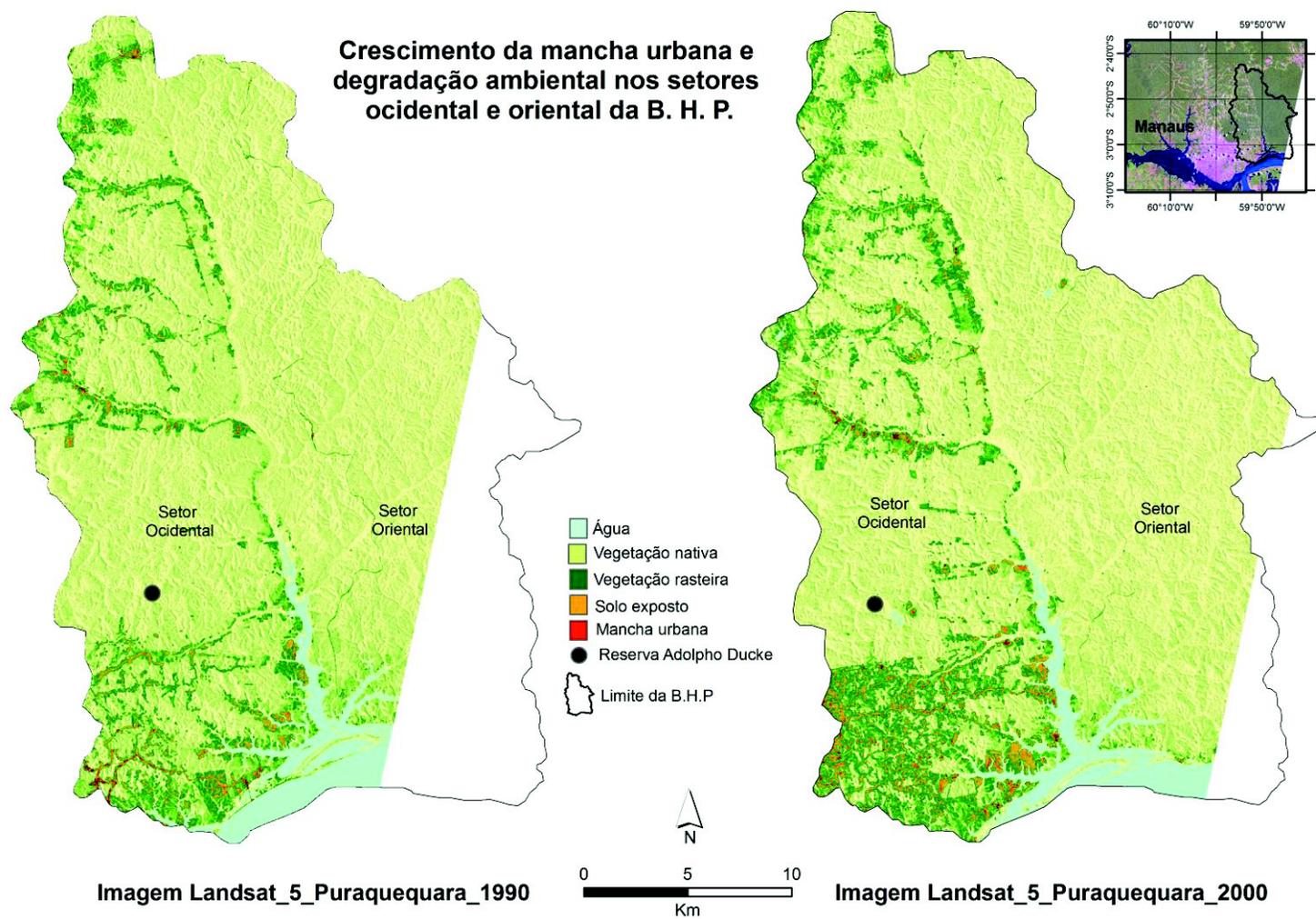
Em seu estudo sobre a bacia do Puraquequara, Fortes (2001) ressaltou:

Considerando a diversidade de ocupação, a análise da imagem de satélite revela, que tal ocupação, obedece uma certa linealidade ligada aos maiores afluentes da margem direita (igarapés João Paulo, Água Branca e Mendu), ao longo da rodovia AM-010 e seus ramais, e ao longo do ramal do Brasileirinho.

Este padrão de ocupação é explicado pelo fato de que as via, consideradas como um vetor direcional do crescimento urbano, viabiliza a ocupação de espaços anteriormente sem uso urbano (p. 92)

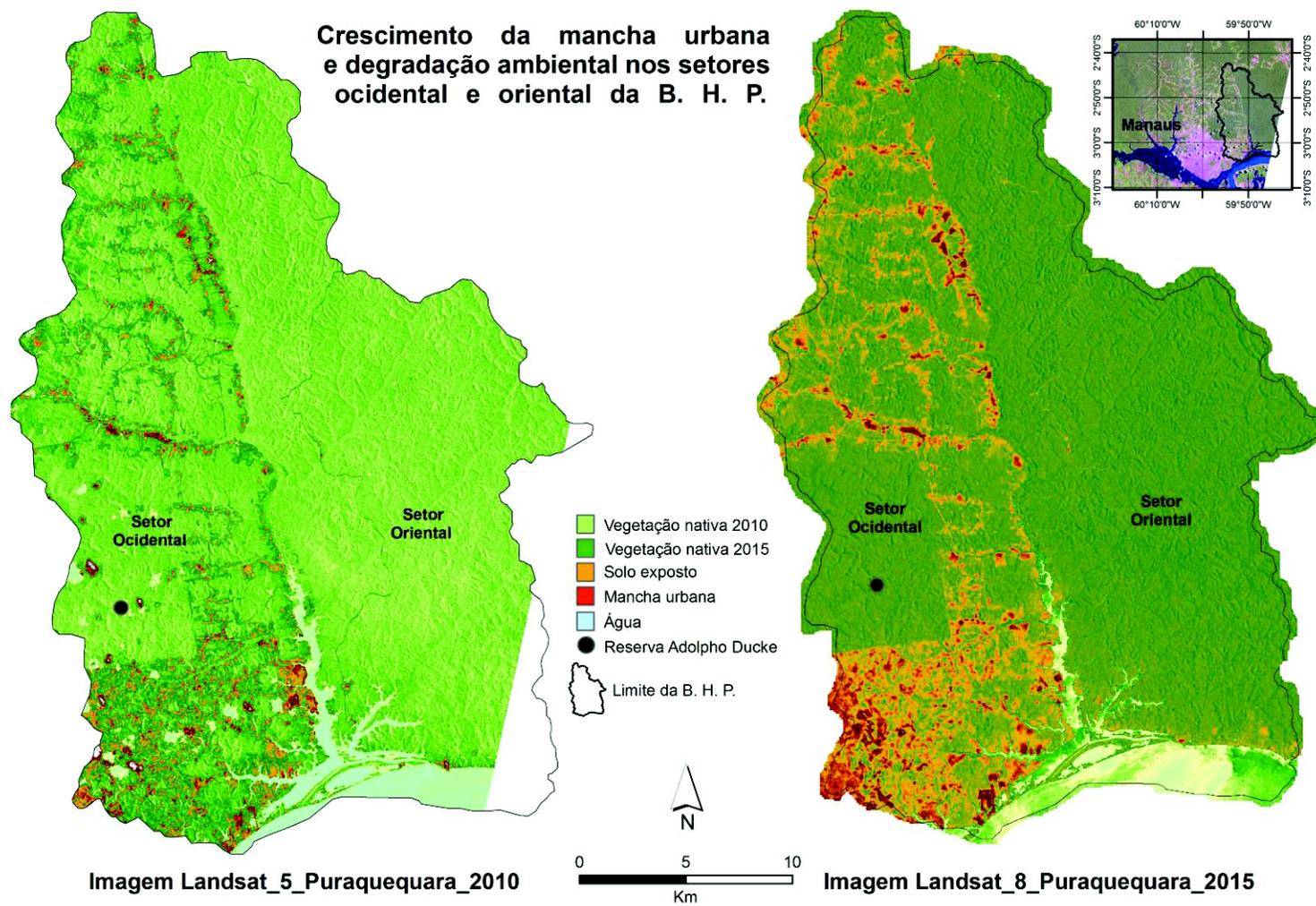
O que foi identificado foi uma ausência de agentes que por vias legais, assegurassem a manutenção dos aspectos naturais presentes na localidade, a necessidade por habitações e o não planejamento das autoridades resultou no que é observado atualmente no perímetro que segue a bacia do Puraquequara.

Mapa 16: Degradação ambiental *versus* crescimento da mancha urbana nos períodos de 1990 e 2000



Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda
 Fonte: INPE, USGS

Mapa 17: Degradação ambiental *versus* crescimento da mancha urbana nos períodos de 2010 e 2015



Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda
 Fonte: INPE, USGS

3.4 Interferências ambientais e transformações identificadas por agentes antrópicos no setor ocidental

A partir do auxílio das ferramentas das geotecnologias, foram delimitados os principais pontos no setor ocidental da bacia do Puraquequara com claros indícios de degradação ambiental decorrentes da ação antrópica.

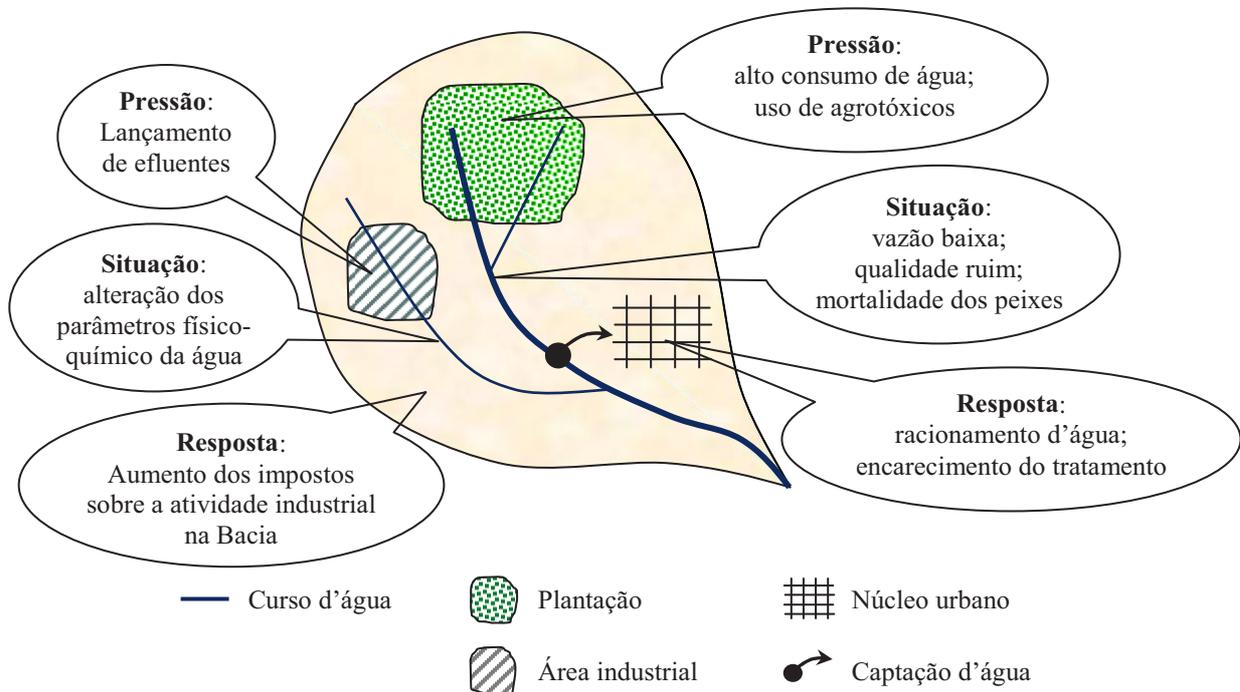
Destaca-se ainda que todos os pontos identificados estão localizados no setor ocidental da bacia, sendo esta a parte mais afetada pela ação antrópica no período estudado. É possível perceber que muitas das áreas detectadas, não apresentam um único padrão de forma, o que aponta para diferentes formas de uso de seus recursos.

De acordo com as leis, os recursos presentes em áreas de preservação só poderiam ser utilizados se seguirem normas sustentáveis sem haver danos que prejudiquem sua continuidade para gerações futuras, contudo, neste setor o processo de degradação afetou claramente muitos pontos e em muitos casos o mal-uso do solo acarretou em perda total ou parcial da capacidade de recuperação natural, o que significa que o uso dos recursos não seguiu à risca o que está previsto em lei

Na época da implantação das indústrias na localidade o foco era o desenvolvimento econômico da cidade de Manaus, porém, o fenômeno da urbanização e do desenvolvimento econômico alcançou níveis alarmantes que causaram sérios danos aos recursos naturais que foram retirados para a chegada do desenvolvimento local.

As configurações dos aspectos naturais foram transformados e se espalharam de maneira dispersa, não seguindo um padrão ou áreas delimitadas previamente para este fim. Com base no estudo realizado por Mendes e Lima (2007) sobre a pressão antrópica sobre bacias hidrográficas foi possível compreender os principais fatores de ação sobre as microbacias, seguindo uma escala de degradação ambiental na relação homem e natureza (Figura 12), permitindo fazer um contexto entre os diferentes atores atuantes no processo de degradação ambiental.

Figura 12: Efeito ação resposta sobre atividades em áreas de bacias hidrográficas



Fonte: Mendes e Lima, 2007

Como identificado na (Mapa 18 I), os pontos degradados estão localizados à leste da reserva florestal, não havendo harmonia nas formas apresentadas, evidenciando que não somente a atividade agrícola foi responsável pelo dano ocorrido ao solo. A extração de madeira e a presença de muitos sítios, além é claro, do avanço populacional para aquele setor proporcionaram ao longo do período analisado, a destruição em grande parte das características naturais antes existentes na localidade

O processo de degradação só não foi mais intenso nesse setor em decorrência da imposição de limites estabelecidos para a reserva florestal Adolpho Ducke e por ela ser uma área de proteção permanente, fato este que inibiu o avanço para dentro de sua área.

No setor leste-sudeste da reserva florestal seguindo em direção à margem direita do rio Puraquequara a jusante, (Mapa 18 II), o foco do desmatamento seguiu o mesmo padrão de formas, contudo, em algumas localidades foi identificado a presença de empresas como o matadouro, estaleiro e empresa do polo industrial que se fixaram na localidade, muitas das indústrias atraídas pelos incentivos fiscais ofertados pelo projeto zona franca nos anos que se seguiram após a sua implantação.

Os pontos M, N e O são áreas pertencentes a indústrias, em destaque para a Amazon Aço (Mapa 18 III), que ocupa uma extensa área nas margens do rio Amazonas. De acordo com a pesquisa de campo, ela é considerada responsável por danos ambientais de grande impacto, inicialmente pela retirada de cobertura vegetal para sua instalação e depois pela construção de uma barragem que afeta diretamente o período de pesca dos moradores residentes na vila do Puraquequara.

De acordo com a moradora Dona Jovina, aposentada que reside na Vila do Puraquequara há 25 anos, relata que *“havia muitas áreas verdes ali e depois de um tempo surgiu uma invasão que desmatou uma grande área no local. Após a instalação da Amazonaço houve problemas na pesca durante a seca entre a várzea e a terra firme, causando transtornos aos moradores que tem de fazer um desvio devido a construção de um muro de contenção e a falta do pescado”*.

O que é bastante visível quanto à presença de indústrias naquele setor da bacia é que não existe uma preocupação por parte dos empresários no uso sustentável dos recursos naturais, a busca está sempre na ampliação da área de ocupação, visando maior produtividade e lucro. Os moradores assim como a vegetação não foram devidamente amparados e com esse fato ao longo dos anos perderam espaço disponível para a prática agrícola de subsistência e acabaram por se ocupar com outras atividades, como a retirada ilegal de madeira.

No estudo de áreas desmatadas foram retirados um total de 3.547,6 m² de vegetação nativa durante a realização da pesquisa, evidenciando uma preocupação constante com uma ação mais enérgica dos gestores em cobrar das empresas ou de moradores uma conscientização quanto ao uso sustentável. As indústrias e a atividade agrícola são importantes para a geração de renda, mas, ao mesmo tempo, tem de ser atividades estreitamente atreladas as leis, numa associação entre gestores, moradores e empresas, dessa maneira, o desenvolvimento econômico não implicará em perdas ambientais significativas, como já é observado em países industrializados como os Estados Unidos e China.

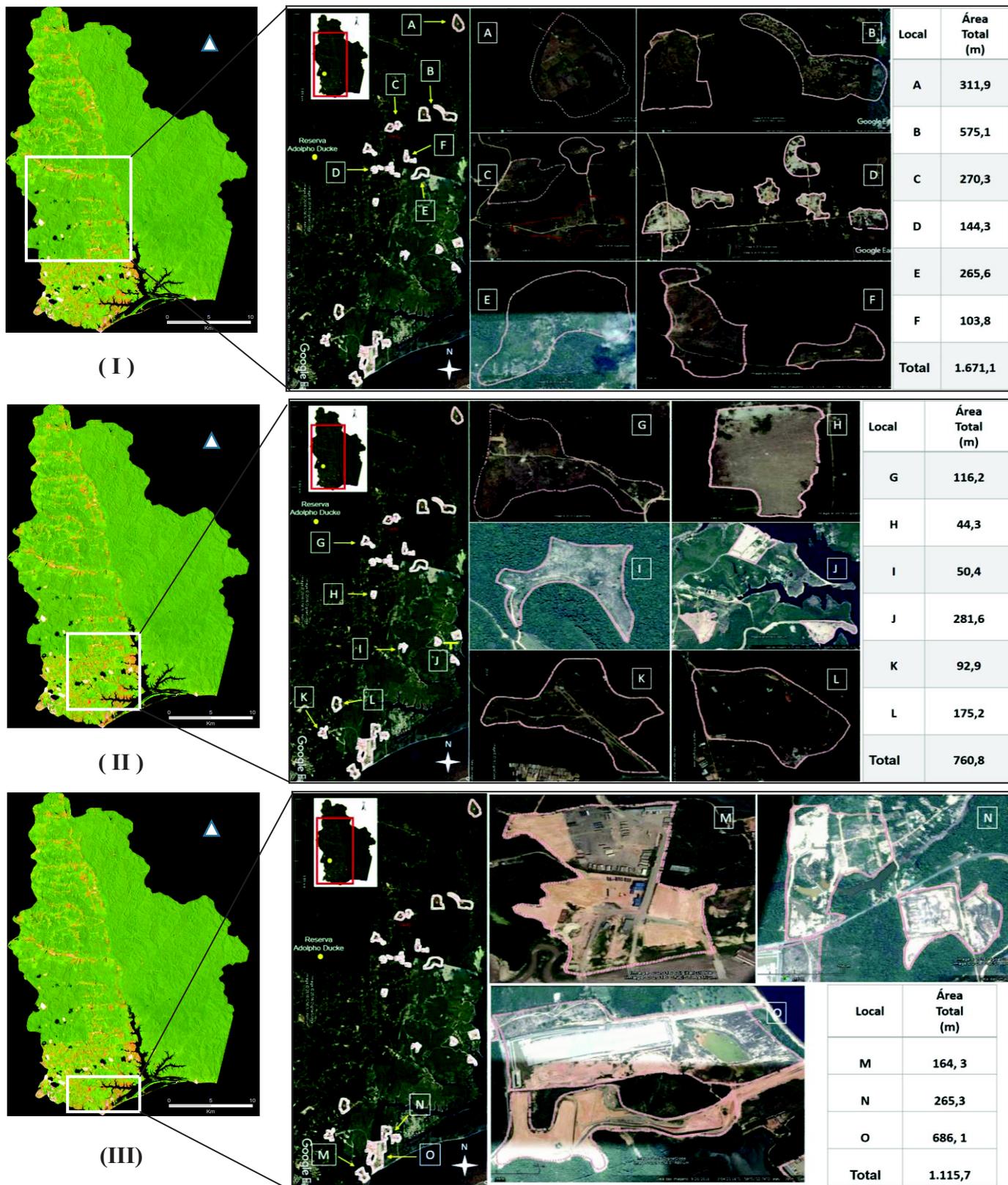
Sobre essa questão Oliveira (2003) comenta:

Como se observa, produz-se o espaço em função das novas necessidades de expansão das relações capitalistas e por isso um urbanismo pretensamente moderno aparece como o elemento privilegiado, revelador do papel iminente do

Estado, assinalado pelo signo da violência contra a natureza e especialmente contra a cultura (p.74)

Dos locais que perderam vegetação uma parte é destinada para a prática agrícola no plantio de hortaliças, mandioca, pés de cupuaçu e criação de animais de pequeno porte como galinhas e porcos, prática essa que já vem sendo realizada desde o início da ocupação da região, porém, aumentou a área de atuação ao longo dos anos; outra parte foi destinada para a implantação de indústrias, residências dos moradores, e as margens dos rios servem como atracadouros de balsas, estaleiros e balneários (Figura 31) ocupando praticamente todo o setor sudoeste do perímetro da bacia.

Mapa 18: Áreas afetadas pela ação antrópica no setor ocidental: (I) a, b, c, d, e, f; (II) g, h, i, j, k, l; (III) m, n, o



Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda
 Fonte: Google Earth, Earthpoint

Quanto as legislações vigentes para a preservação de APP, Sousa (2013) ressalta:

Que a legislação das APP's é desobedecida, quer seja pela ação omissiva desordenada do espaço urbano residencial e de empreendedores, quer seja pela omissão do poder público no exercício do seu poder de polícia, através da atuação fiscalizadora, permitindo a vazão ao crescimento urbano desenfreado e marginal, contribuindo decisivamente para a degradação do meio ambiente, dos recursos hídricos, dos solos, e, principalmente, da qualidade de vida dos habitantes da cidade manauara". (p. 4)

Figura 13: Barcos atracados em frente da vila do Puraquequara (a), presença de sítios na estrada do Puraquequara (b)



(a)



(b)

Autor: Michel Jader de Oliveira Miranda
Fonte: Pesquisa de campo

No contexto da relação entre crescimento populacional e ocupações irregulares sobre áreas de bacias hidrográficas, Santos (2013) afirma:

No município de Manaus não se difere dos centros urbanos brasileiros, um dos principais vetores de pressão sobre o meio ambiente é a ocupação irregular de áreas de preservação ambiental, incluindo nestas as margens dos igarapés. (p. 2)

Na visão de Mendes e Lima (2007):

As precárias condições que muitas vezes se observam nos rios são freqüentemente o resultado final (os sintomas) de problemas que já estão ocorrendo ao longo de toda uma bacia (causas), nos mais variados níveis do processo produtivo, quer sejam resultantes das atividades extrativistas, da produção e consumo de bens e serviços ou do despejo e emissão de poluentes [...] Como exemplos de tais intervenções podem ser citadas as operações de dragagem de rios para retirada de grandes volumes de sedimentos, sem atuação na origem do problema nas vertentes da bacia; ou ainda algumas obras urbanas sem interfaces com políticas de habitação em bacias hidrográficas urbanas. No caso de florestas plantadas, saliente-se que muitas vezes o empreendimento florestal ainda nem se encontra implantado e já está sendo responsabilizado por vários efeitos negativos em rios e corpos d'água, sem estabelecimento de relações de causa e efeito (p. 2)

Na pesquisa de campo junto aos moradores, muitos são enfáticos ao afirmarem o período em que as mudanças físicas ocorreram na localidade, que ficou em média de 15 a 20 anos, tempo muito aproximado dos anos analisados. Nesse período grandes bairros surgiram na zona leste da cidade de Manaus, como Zumbi dos Palmares, Jorge Teixeira e Puraquequara, frutos de invasões e após o ocorrido é que foram amparados pela lei e legalizados na condição de bairros, posteriormente receberam saneamento básico como água encanada, asfalto e energia, fatores essenciais ao desenvolvimento urbano e crescimento da população.

O transporte fluvial ainda é muito utilizado, principalmente pelos moradores de áreas mais afastadas, existem também linhas de ônibus regulares que seguem pela estrada até a vila do Puraquequara. O consumo de água tem origem em poços tubulares feitos pela prefeitura e também pelos próprios moradores. Aqueles que moram em ramais em que não há poços, retiram do próprio rio a água para todas as suas necessidades. O fornecimento de energia é realizado pela concessionária responsável, porém, quando acontecem imprevistos como falta de energia e por quedas de postes que em muitos pontos ainda são de madeira e na demora pelo concerto, profissionais autônomos dão conta de sanar o problema.

Conclusão

As geotecnologias representaram um mecanismo fundamental no estudo do processo de ocupação da bacia hidrográfica do Puraquequara e também no estudo de outros fenômenos, permitindo entender como a urbanização aconteceu naquela região da cidade de Manaus, no caso em destaque a bacia hidrográfica do Puraquequara. A associação entre as geotecnologias na análise do movimento de pessoas para áreas de bacias hidrográficas foi positiva na medida que houve o real entendimento da degradação ambiental sobre a localidade em que está situada a presente bacia.

A bacia hidrográfica do Puraquequara está organizada em dois setores bastante distintos, um sendo o setor oriental que está praticamente preservado, e o setor ocidental que foi afetado de maneira drástica pelo processo de crescimento urbano e populacional. Esse fenômeno foi mais acentuado a partir da década de 1990 quase obras beneficiaram o acesso e conseqüentemente permitiram a ocupação de suas áreas e entornos.

As bacias hidrográficas são destaque na cidade de Manaus, cobrem todo o seu perímetro e delimitam seu perímetro à leste com a bacia do Puraquequara e a oeste com a bacia do Tarumã—Açú. Elas oferecem recursos atraentes como água potável, solo propício à prática agrícola e moradia, foram nas últimas décadas principalmente a partir dos anos de 1990, os locais da cidade em que o avanço populacional juntamente com a urbanização atingiu com maior proporção, descaracterizando seus aspectos antes preservados.

Na atual configuração da cidade é possível perceber o quanto tal fenômeno foi destrutivo, com a ocupação em grande parte das áreas com presença de bacias hidrográficas como aconteceu na bacia do Puraquequara, mas, não em toda sua área, já que a presença de uma base do exército e não a aplicação das leis conseguiu barrar o avanço populacional e conseqüentemente a sua destruição e poluição de suas águas.

Nas décadas de 2000, 2010 e 2015 o crescimento da população só aumentou para aquela região atraídas principalmente por recursos essenciais como água e solo para a prática agrícola, como foi identificado durante o estudo, já que uma das principais atividades econômicas praticadas é a agricultura com a presença de muitos sítios e ramais, sendo também uma das primeiras da região. Empresas também se instalaram contribuindo para a degradação ambiental.

O setor ocidental do Puraquequara está praticamente ocupado, exceto a região da reserva florestal Adolpho Ducke que foi criada como forma de preservar a vegetação, como identificado, este é local que ainda está preservado, muito graças as leis que a preservam, contudo, a mesma lei que a mantém intacta não conseguiu resguardar o restante desse setor.

Com o crescimento populacional acentuado de Manaus em um curto período de tempo, a cidade não conseguiu atender as necessidades da demanda que chegava, forçando-os a habitar locais impróprios como áreas e entornos das microbacias localizadas em todo o perímetro urbano da cidade. Não houve por parte dos gestores uma preocupação para o futuro quanto a preservação dos recursos naturais, e atualmente isso é facilmente observado em toda a cidade nos locais em que existem igarapés, que se apresentam praticamente poluídos.

A cidade de Manaus durante a realização do estudo não colocou em prática um plano diretor que visasse o seu desenvolvimento com a preservação, foi possível identificar que seu cenário urbano cresceu desorganizado e que não previu uma relação pacífica entre o crescimento populacional com o uso consciente dos recursos hídricos. Mesmo com a implantação de leis como a lei 9.433/97 que regulamenta o conselho nacional de recursos hídricos, a lei 12.651 que dispõe sobre a proteção de vegetação nativa e a resolução do Conama nº 369/2006, não foram suficientes para barrar a destruição de mananciais e sua manutenção.

Tendo em vista todo esse efeito que o fenômeno urbano causou sobre a bacia hidrográfica do Puraquequara no setor leste da cidade de Manaus, espera-se que se possa estabelecer a utilização mais sustentável de seu espaço físico, incluindo principalmente os locais com presenças de microbacias, prevalecendo sobretudo a manutenção dos recursos hídricos presentes nessas localidades como herança e a manutenção da vida das futuras gerações e também para o equilíbrio ambiental.

Referências

- ALBUQUERQUE, Adoréa Rebello da C. **Bacia Hidrográfica: Unidade de planejamento ambiental**. REVISTA GEONORTE, Edição Especial, v.4, n.4, p. 201-209, 2012.
- ANDRADE, Aldair Oliveira de. **Migração para Manaus e seus reflexos socioambientais**. Somanlu, ano 12, n. 2, jul./dez. 2012.
- Agência Nacional de Águas. **Bacias hidrográficas brasileiras**. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/regiõeshidrográficas/Amazônica> > Acesso em: 10 maio 2015.
- BATISTA, Selma Paula Maciel. **Injustiça Socioambiental: O CASO PROSAMIM**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.
- BROWDER, John O.; GODFREY, Brian J. **Cidades da floresta: urbanização, desenvolvimento e globalização na Amazônia Brasileira**. – Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, (1º Edição em português) 2006.
- BRIANEZI, Thaís; SORRENTINO, Marcos. **A modernização ecológica conquistando hegemonia nos discursos ambientais: o caso da zona franca de Manaus**. São Paulo v. XV, n. 2, p. 51-71, mai./ago. 2012.
- BRITO, Fausto. **O deslocamento da população brasileira para as metrópoles**. Estudos avançados 20 (57), 2006.
- BENTES, Dorinethe dos Santos. **Outras faces da história: Manaus de 1910-1940**. Manaus, AM: UFAM, 2008. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Amazonas, 2008.
- BRAGA, K. A. A. F; et al. **Microbacia do igarapé do gigante: unidade de planejamento para a gestão da bacia do Tarumã**. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, v.5, n.1, p. 103-129, jan./abr. 2012 - ISSN 1981-9951.
- CARLOS, Ana Fani Alessandri. **O espaço urbano: novos escritos sobre a cidade**. Edição Eletrônica/LABUR. São Paulo, 2007.
- COELHO, Roberta Ferreira. **Ribeirinhos urbanos: modos de vida representações sociais dos moradores do Puraquequara**. Manaus: UFAM, 2006. Dissertação (mestrado) Universidade Federal do Amazonas, 2006.
- COSTA, Eduardo Bulcão da Silva, et al. **Caracterização física de bacias hidrográficas na região de Manaus – AM**. Caminhos de Geografia Uberlândia v. 14, n. 46 Jun/2013 p. 93–100.

DEÁK, Csaba; SCHIFFER, Sueli Ramos (ORGS.). **O Processo de Urbanização no Brasil**. 2º ed., 1º. reimpr. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2015.

DECRETO nº 2612, de 3 de junho de 1998. **Regulamenta o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto> Acesso em: 17 abr. 2015.

EARTHPOINT. **Ferramentas para o Google Earth**. Disponível em: <<http://www.earthpoint.us/areadepoligono>> Acesso em: 07 jan. 2017.

FORTES, Mírcia Ribeiro. **Diagnóstico Morfodinâmico aplicado ao planejamento ambiental da microbacia hidrográfica do rio Puraquequara**. Manaus: UFAM, 2001. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Amazonas, 2001.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. – São Paulo: Oficina de textos, 2008.

FLORENZANO, Tereza Gallotti. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3º ed. ampl. E atual. São Paulo: oficina de textos, 2011.

FILHO, Antônio da Mata Pequeno. **Sensoriamento remoto e SIG na análise ambiental da microbacia do rio Puraquequara Manaus, AM – Brasil**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Amazonas – Centro de Ciências do Ambiente, 2005.

FONSECA, Diego de Sousa Ribeiro et al. **Uso de geotecnologias para caracterização espacial da Bacia hidrográfica do Pandeiros – MG como subsídio para estudos de impacto ambiental**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. INPE, Curitiba, 2011.

GEOMANAUS. **Mapas de crescimento populacional dos bairros de Manaus**. Disponível em: <<http://www.sites.google.com/crescimentopopulacionaldeManaus>> Acesso em: 21 abr. 2015.

HORBE, Adriana Maria Coimbra, et al. **Contribuição à hidroquímica de drenagens no Município de Manaus – AM.**, vol. 35 (2), p. 119 – 124, ACTA AMAZÔNICA, 2005.

HORTON, R.E. **Análise Linear**. 1945.

IMPLURB. **Instituto Municipal de Planejamento Urbano**. Disponível em: <<http://www.implurb.manaus.am.gov.br/mapastematicos>> acesso em: 10 dez. 2016.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE. **Dados Censitários**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censospopulacionais>> Acesso em: 21 abr. 2016.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE. **Imagens de satélite**. Disponível em: <[http://www.inpe.br/catálogo de imagens](http://www.inpe.br/catálogo%20de%20imagens)> Acesso em: 14 mar. 2015.

JESUS, Edilza Laray de; AGUIAR, Lileane Praia Portela de. **Expansão urbana em Manaus e conflitos ambientais: o caso Tarumã na zona Oeste da cidade.** IX Encontro Nacional da ECOECO, Brasília, 4 a 8 de outubro, 2011.

JÚNIOR, Wagner Bento de Souza. **O Regime de Propriedade e sua relação com a Integridade Ecológica dos Fragmentos Florestais Urbanos.** Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Amazonas - UFAM, 2013.

JÚNIOR, Saint-Clair Cordeiro da Trindade. **Cidades na floresta: os “grandes objetos” como expressões do meio técnico-científico informacional no espaço amazônico.** Revista ieb, n. 50, set./mar. p. 13-138, 2010.

LEI nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Código Florestal Federal dispõe sobre as áreas de vegetação nativa, áreas de preservação permanente e as áreas de Reserva Legal.** Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/2012/lei/l12651>> Acesso em: 17 abr. 2015.

LEI nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis> Acesso em: 17 abr. 2015.

MENDES, Carlos André Bulhões; LIMA, Walter de Paula. **Análise de impactos ambientais de florestas plantadas, no contexto de bacias hidrográficas: princípios norteadores.** Anais I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, Taubaté, Brasil, 07-09 novembro 2007, IPABHi, p. 263-270.

NASCIMENTO, E. D. **Parque Municipal do Mindu: Um olhar para a sua problemática ambiental.** Edua. Manaus, 2013.

NOGUEIRA, Edileuza de Melo; KUCK, Tahisa Neitzel; PARISE, Marcelo. **Caracterização hidromorfológica da Bacia do Igarapé do Educandos e a correlação com registros de ocorrências da Defesa Civil.** Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.

OLIVEIRA, José Aldemir de. **Manaus de 1920 – 1967. A cidade doce e dura em excesso.** Manaus: Editora Valer/ Governo do Estado do Amazonas/ Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2003.

OLIVEIRA, José Aldemir de, (org.) **Cidades Brasileiras: territorialidades, sustentabilidade e demandas sociais.** Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2009.

PINTO, JEMIMA GONÇALVES. **Análise introdutória do processo de ocupação urbana em Manaus e suas consequências sócio- ambientais: o estudo de caso**

das comunidades São Pedro, Arthur Reis e Bariri. Manaus: UFAM, 2008. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Amazonas, 2008.

PANORAMIO. **Fotos do Google Mapas.** Disponível em: <<http://www.panoramio.com/fotospuraquequara>> Acesso em: 20 set. 2016.

Plano Diretor Urbano e Ambiental do município de Manaus. **LEI COMPLEMENTAR nº 002, de 16 de janeiro de 2014.** Disponível em: <<http://dom.manaus.am.gov.br>> Acesso em: 15 de out. 2016.

ROCHA, Alzilene Teixeira da. **Gestão da água no lago de Puraquequara.** Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Amazonas. Manaus – AM, 2013.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006. **Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente- APP.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/legiabre>> Acesso em: 27 maio 2015.

STRAHLER, A. N. **Hypsometric (area-altitude) – analysis of erosion al topography.** Geological Society of America Bulletin, v.63, n.10, p.1117-1142, 1952.

SANTOS, Milton. **A urbanização Brasileira.** São Paulo: Hucitec, 1993.

SANTOS, Fabiana Maria Machado Soares dos. **Análise das ações antropogênicas nas bacias hidrográficas urbanas no município de Manaus-AM, um estudo de caso na microbacia hidrográfica do Bindá.** Resumo do 14º Reencuentro de Saberes Territoriales Latinoamericanos – EGAL, 2013.

SANTOS, Renato Prado dos. **Introdução ao ArcGIS: conceitos e comandos.** Dezembro, 2009.

SHANIN, Teodor. **Natureza y lógica da la economia campesina.** Editora ANAGRAMA, 1988.

SOUSA, Silas Garcia Aquino; ROÇADA, Luis C. Castro; “et al”. **A conservação das APP’s na qualidade de vida do manauara.** Resumos do Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS, 2013.

SILVA, Ricardo Toledo; PORTO, Monica Ferreira do Amaral. **Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração.** Estudos Avançados 17 (47), 2003

TUCCI, Carlos E. M. **Águas urbanas.** Estudos Avançados 22 (63), 2008.

UMETSU, Ricardo Keichi; et al. **Análise morfométrica e socioambiental de uma bacia hidrográfica amazônica, Carlinda, MT.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v.36, n.1, p.83-92, 2012.

United States Geological Survey. **Imagens de satélite Landsat.** Disponível em: <<http://www.landsat.usgs.gov/produtos/coleçõeslandsat>> Acesso em: 14 mar. 2016.

VASCONCELOS, M. A. DE e outros. **Uso de imagens de radar no mapeamento de uso e cobertura da Terra do setor sul da bacia hidrográfica do Tarumã-Açú, Manaus, Amazonas**. Anais 5º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 465-475, Campo Grande, MS, 2014.

Relevo do Brasil. **Imagens MDE – Modelo Digital de Elevação**. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download>> Acesso em: 10 jul. 2015

Obras Consultadas

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. **Capitalismo e urbanização**. 3º ed. – São Paulo: Contexto, 1991.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. **A cidade**. – São Paulo: Contexto, 1992.

JUNIOR, Silva; NEBATIN, Nilson; GARCIA, Edimar. *Tutorial básico em sistemas de informação geográfica para o Quantum GIS version 0.8.1 “TITAN”*.

PINOTTI, Alexandra Rodrigues; et al. **Potencialidades do uso do sensoriamento remoto e dos sistemas de informações geográficas (SIGs) no ensino de hidrologia: a utilização em um estudo de caso**. Revista Geografia (Londrina), v. 20, n. 1, p. 51-65, 2011.

SILVA, R. M. da. **Introdução ao geoprocessamento: conceitos, técnicas e aplicação** – Novo Hamburgo: Feevale, 2007.

APÊNDICE A



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS - ICHL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGG
MESTRADO EM GEOGRAFIA

Pesquisa: O uso de geotecnologias na análise temporal do processo de expansão urbana sobre a bacia hidrográfica do Puraquequara: Manaus – AM.

Questionário de pesquisa aplicado junto aos moradores no período de 2015 a 2017.

Local de aplicação do questionário: **Bairro do Puraquequara e áreas adjacências.**

Questionário Socioeconômico

Local: _____

Morador: _____

Data: ___/___/___

Hora: _____

1º) Quais foram os primeiros núcleos de ocupação?

2º) Quando foi percebido que se iniciaram as modificações na paisagem?

3º) Quais os principais problemas que enfrentam com relação aos serviços de transporte, água e energia?
