

# **AVALIAÇÃO DAS ZONAS DE MAIOR VULNERABILIDADE HÍDRICA COMO INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO A GESTÃO AMBIENTAL E DAS ÁGUAS NO ESTADO DO PARÁ**

*Aline Maria Meiguins de Lima<sup>1</sup>; Luciana Miranda Cavalcante<sup>2</sup>; Luciene Mota de Leão Chaves<sup>3</sup>;  
Ronaldo Jorge da Silva Lima<sup>4</sup> & Verônica Jussara Costa Santos<sup>5</sup>.*

**RESUMO** --- Os usos múltiplos das águas associados as condicionantes ambientais traduzem a melhor forma de gestão para a Região Amazônica; estes permitem individualizar as áreas de maior vulnerabilidade, por congregarem um conjunto de fatores que implicam diretamente em maior pressão sobre os recursos hídricos. Segundo esta metodologia foram apontados para o Estado do Pará as Macro-Regiões Hidrográficas do Tocantins-Araguaia e da Costa Atlântica-Nordeste como as que já estão em uma situação de alta pressão, e a do Tapajós, com um cenário crescente de intervenções que resultariam em um aumento da vulnerabilidade sobre os recursos hídricos.

**ABSTRACT** --- The waters multiple uses in association with environmental factors becomes the best Amazon basin management direction. These allow identifying the vulnerable areas and the main water resources pressure elements. This methodology showed the Tocantins-Araguaia and Atlantic-Northeast Coast as the Water Basin Regions with higher pressure situation, and the progressive development of interventions scenes in Tapajós Water Basin Region that would result in higher vulnerability on the water resources, both in the Pará State.

Palavras chaves: usos múltiplos das águas, região amazônica, vulnerabilidade.

---

<sup>1</sup> Geóloga, Dr<sup>a</sup> Desenvolvimento Socioambiental, Ms Engenharia, Prof<sup>a</sup>. do Centro Universitário do Pará, Técnica em Recursos Hídricos da Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. End.: Almirante Barroso, 746, 402-E, Marco, Belém – Pará, CEP 66093-020. E-mail: alinelima@hotmail.com / alinemeiguins@gmail.com.

<sup>2</sup> Eng. Ambiental, Técnica em Recursos Hídricos da Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. End.: Travessa Lomas Valentinas, 2717, Marco, Belém – Pará, CEP 66095-770. E-mail: rehidro@sectam.pa.gov.br.

<sup>3</sup> Geóloga, Ms Geologia, Técnica em Recursos Hídricos da Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. End.: Travessa Lomas Valentinas, 2717, Marco, Belém – Pará, CEP 66095-770. E-mail: rehidro@sectam.pa.gov.br.

<sup>4</sup> Geólogo, Expec. Sensoriamento Remoto, Coordenador de Recursos Hídricos da Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. End.: Travessa Lomas Valentinas, 2717, Marco, Belém – Pará, CEP 66095-770. E-mail: rehidro@sectam.pa.gov.br / ronaldo@sectam.pa.gov.br.

<sup>5</sup> Eng. Sanitarista, Mestranda em Recursos Hídricos, Técnica em Recursos Hídricos da Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. End.: Travessa Lomas Valentinas, 2717, Marco, Belém – Pará, CEP 66095-770. E-mail: rehidro@sectam.pa.gov.br / veronica@sectam.pa.gov.br.

## 1 - INTRODUÇÃO

As dificuldades de fixação da política hídrica na região norte do país estão relacionadas, em diversos segmentos seja social ou institucional, a gestão preventiva da oferta hídrica. E realiza-la implica em definir um conjunto de ações que direcionem o rumo das intervenções que o território sofrerá em termos de políticas públicas e investimentos econômicos.

A proposta deste trabalho conjuga as gestões hídrica e ambiental definindo seu perfil no Estado do Pará, em prol do gerenciamento único. O quadro observado no mesmo ilustra em seu final que a questão hídrica está intimamente relacionada a diversos conflitos econômicos e sofrendo uma pressão constante em direção a problemas de oferta de qualidade e de quantidade de água.

Desta forma, a gestão integrada dos recursos hídricos no Pará, relativa às águas superficiais e subterrâneas deve ter sua base no ordenamento integrado do uso do solo, envolvendo políticas públicas e metas de desenvolvimento econômico conjugadas e planejadas segundo o melhor aproveitamento das águas.

## 2 - MÉTODO DE TRABALHO

Na execução deste, foram utilizadas as informações do Núcleo de Hidrometeorologia da Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (NHM/SECTAM), associadas às diversas bases produzidas e reconhecidas em nível de Brasil nas áreas dos recursos naturais e do desenvolvimento econômico.

Estas foram processadas compondo um Sistema de Informações Geográficas (SIG) parte do Sistema de Informações de Recursos Hídricos do Estado do Pará (SIGRH – Pa), que reúne um acervo de informações voltadas à definição de metas de gerenciamento dos recursos hídricos e ao monitoramento hidrológico.

Neste processo, buscou-se a compatibilizar das bases de acordo com o Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas (SINGRH – ANA); tendo como objetivo maior sua integração aos planos de intervenção regional nacionais.

Os trabalhos que formaram as principais bases teóricas e de informação foram: Berardo *et al* (1998), IDESP (1998), IBGE (2000), ANEEL (2000), DNPM (2001), Lima *et al* (2001), MMA (2002a), MMA (2002b), IBGE (2003), Alencar *et al* (2004), IBGE (2004), ANA (2005), Brasil (2005), DNPM (2005), Lima *et al* (2005), IBGE (2006), Pará (2006a), Pará (2006b) e SEPROD (2006).

## 2.1 - Definição das Macro-Regiões Hidrográficas

Segundo as Resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH N° 30 (11 de dezembro de 2002) e N° 32 (15 de outubro de 2003) que estabelecem a base organizacional que contempla as bacias hidrográficas como unidade do gerenciamento de recursos hídricos para a implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e a metodologia de referência que permite padronizar os procedimentos de subdivisões e agrupamentos de bacias e regiões hidrográficas para efeito de codificação das bacias hidrográficas no âmbito nacional (a metodologia de Otto Pfafstetter); o Estado do Pará (segundo maior estado da Federação, com uma área de mais de 1.247.695,5 km<sup>2</sup>) foi subdividido em três Regiões Hidrográficas: Amazônica, Tocantins-Araguaia e Costa Atlântica Nordeste Ocidental (Figura 01), classificada de acordo com a numeração da Figura 02.

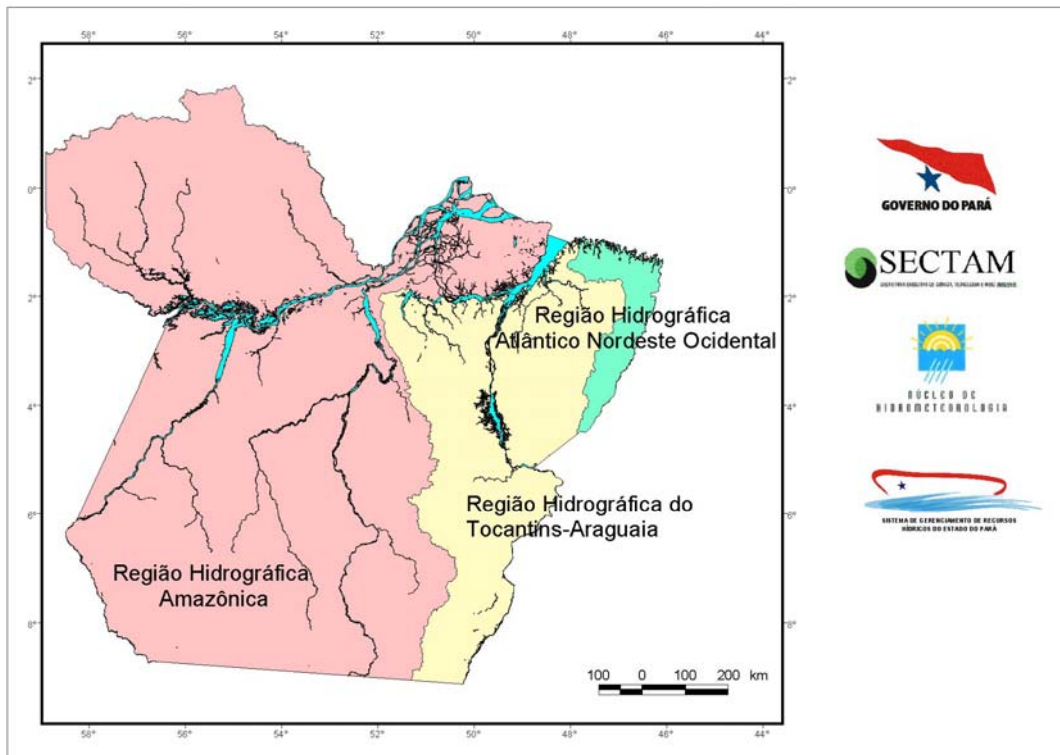
Estas são muito abrangentes para o cumprimento das metas de gestão estaduais, por isto optou-se em trabalhar nesta escala com 7 Macro-Regiões Hidrográficas (MRH): Costa Atlântica-Nordeste, Tocantins-Araguaia, Xingu, Tapajós, Baixo Amazonas, Calha Norte e Portel-Marajó (Figura 03).

Visando o planejamento mais detalhado esta sub-divisão foi ampliada para 26 Unidades Hidrográficas de Planejamento (UPLAN), podendo ainda sofrer modificada em função de metas políticas gerenciais. Este procedimento também obedeceu à codificação prevista na Resolução n° 32/2003 do CNRH (Figura 04). As MRH-Pa apesar de terem seus limites segundo as bacias hidrográficas, têm atreladas a si o contexto hidrogeológico, cujos limites ultrapassam os divisores topográficos de bacias tornando o sistema gerencial mais complexo de execução e monitoramento (Figura 05).

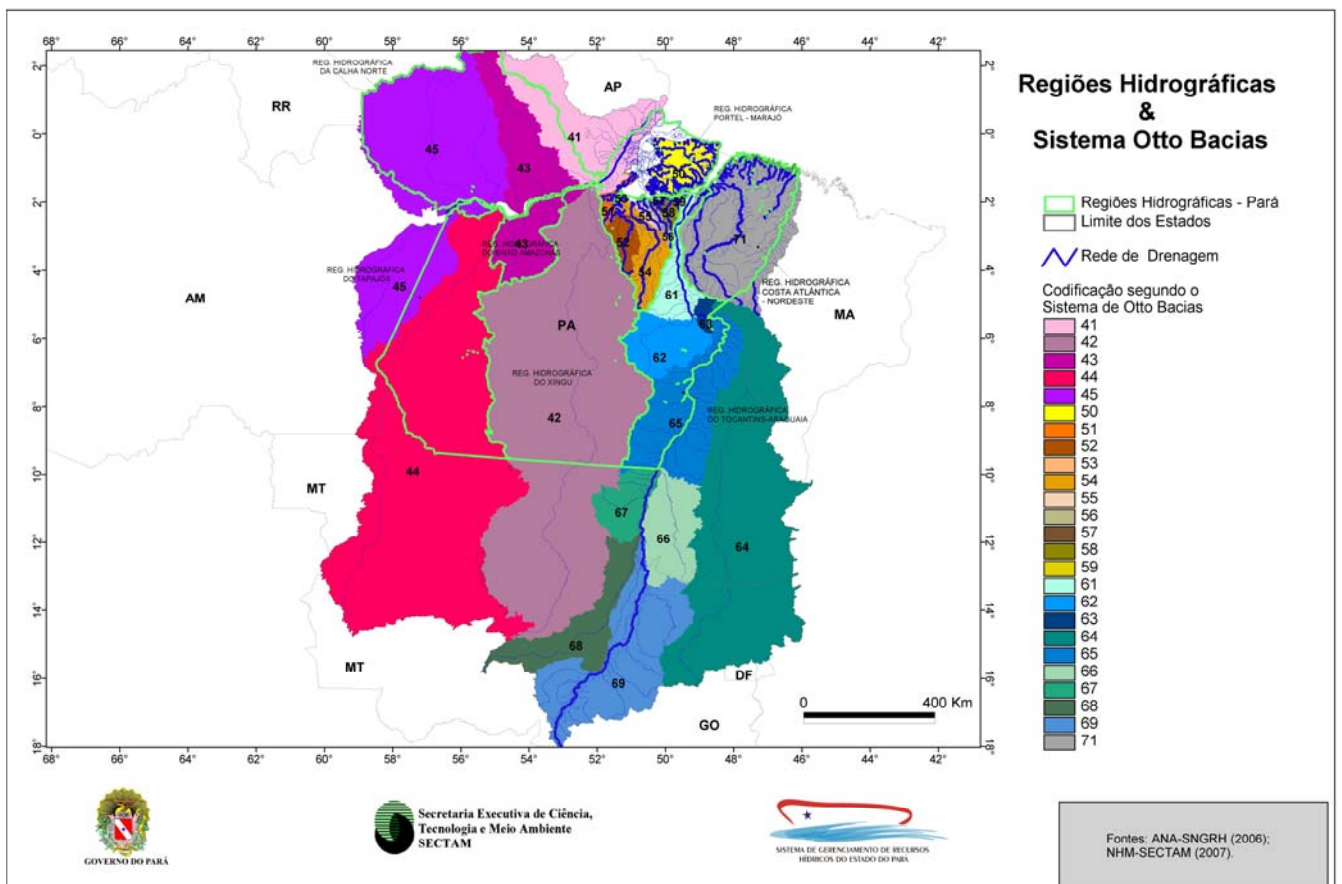
## 2.2 - Análise de sustentabilidade hídrica segundo os fatores climáticos

Na avaliação da sustentabilidade hídrica segundo os fatores climáticos foram considerados: a temperatura, a umidade, a insolação, a precipitação pluviométrica e a deficiência hídrica. Estes elementos são descritos e apresentados nos trabalhos publicados em Lima *et al* (2005), e no acervo de informações constante em MMA (2002), ANEEL (2000) e IDESP (1998).

As Figuras 06 e 07 ilustram o resultado esperado, mostrando o extremo oriental do Estado como a região que menos favorece a manutenção dos sistemas hídricos, contribuindo para ocorrência de períodos secos mais rigorosos na MRH do Tocantins-Araguaia e no sul-sudeste da MRH da Costa Atlântica-Nordeste.



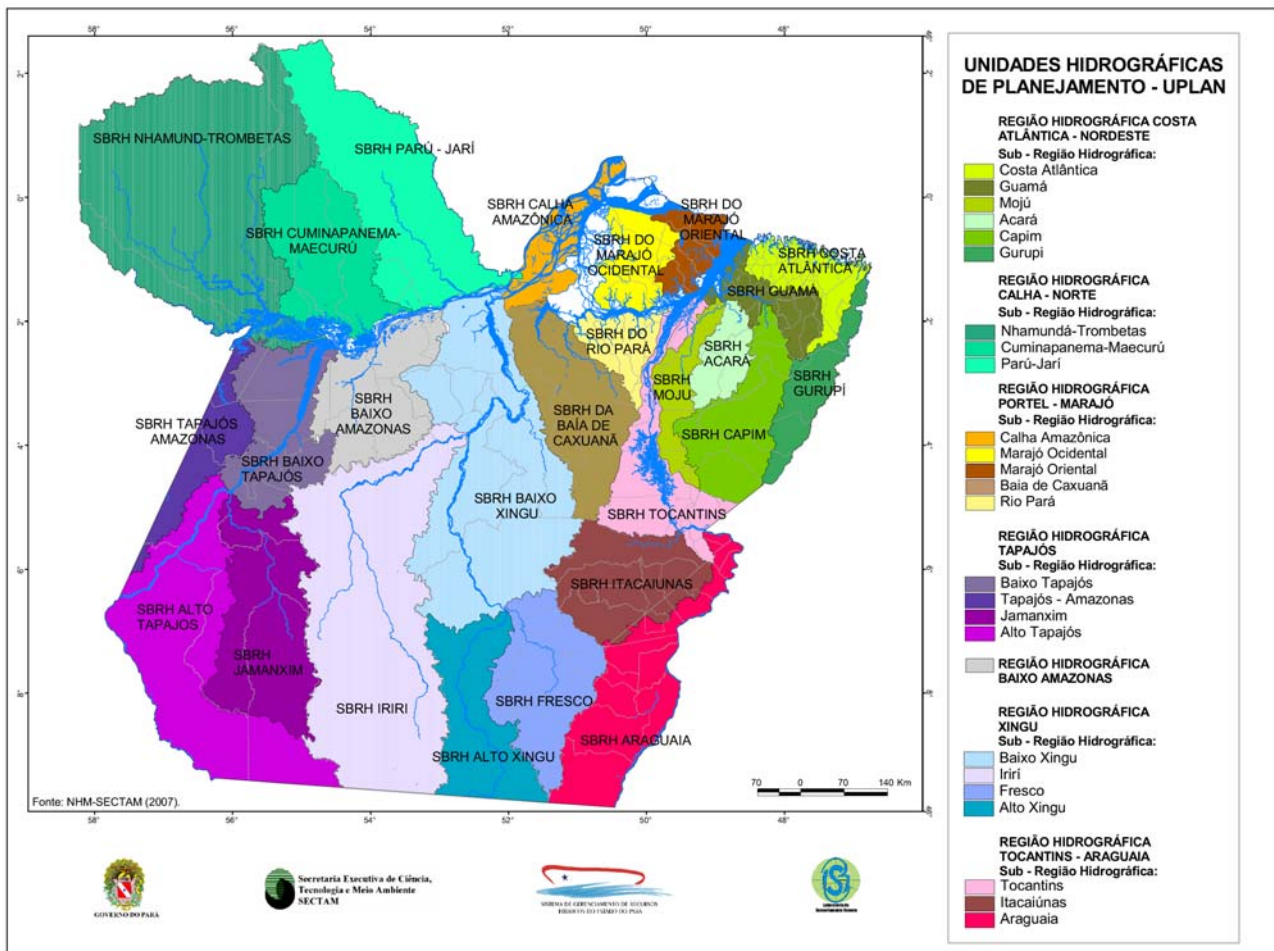
**Figura 01. Regiões hidrográficas nacionais e o Estado do Pará.**



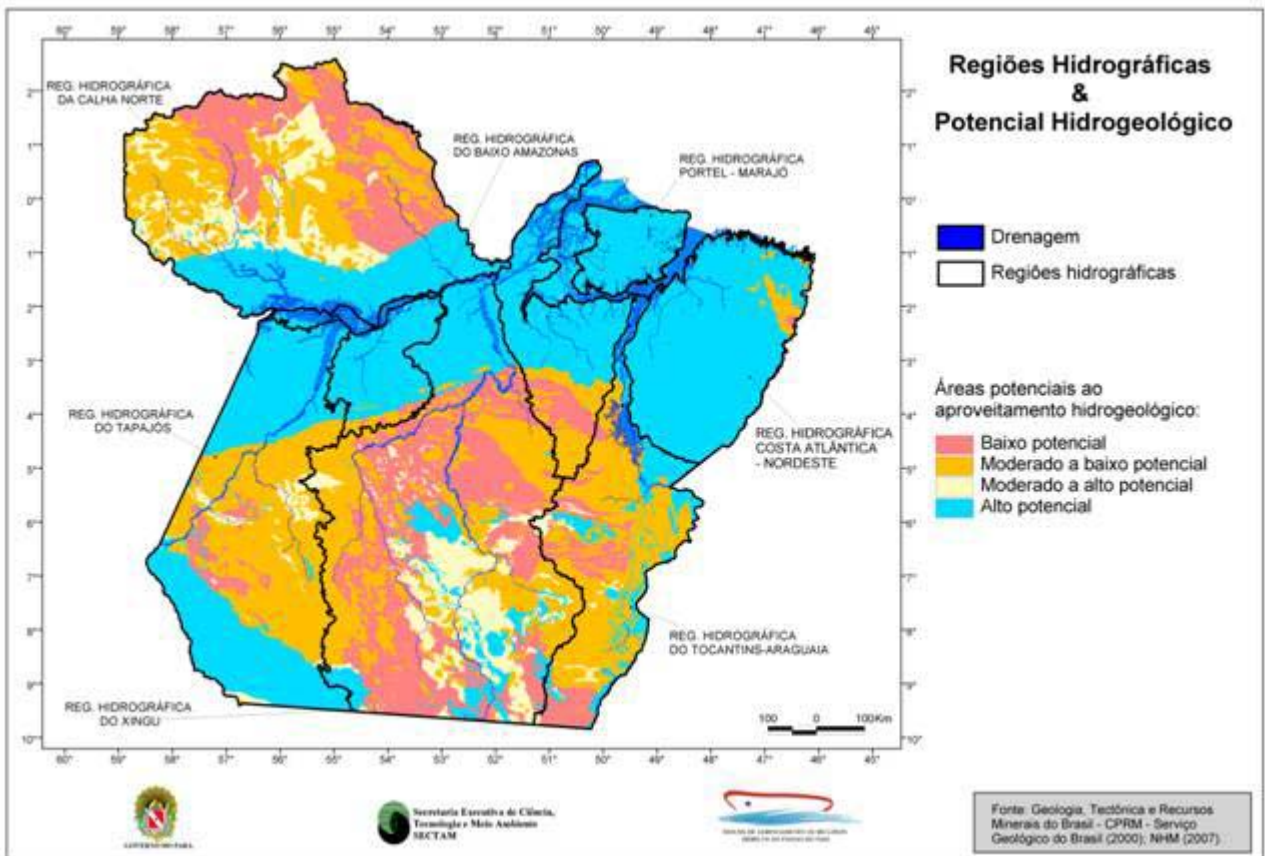
**Figura 02. Macro-Regiões hidrográficas e sua associação ao sistema de codificação de Otto Bacias (Resolução nº 32/2003 do CNRH).**



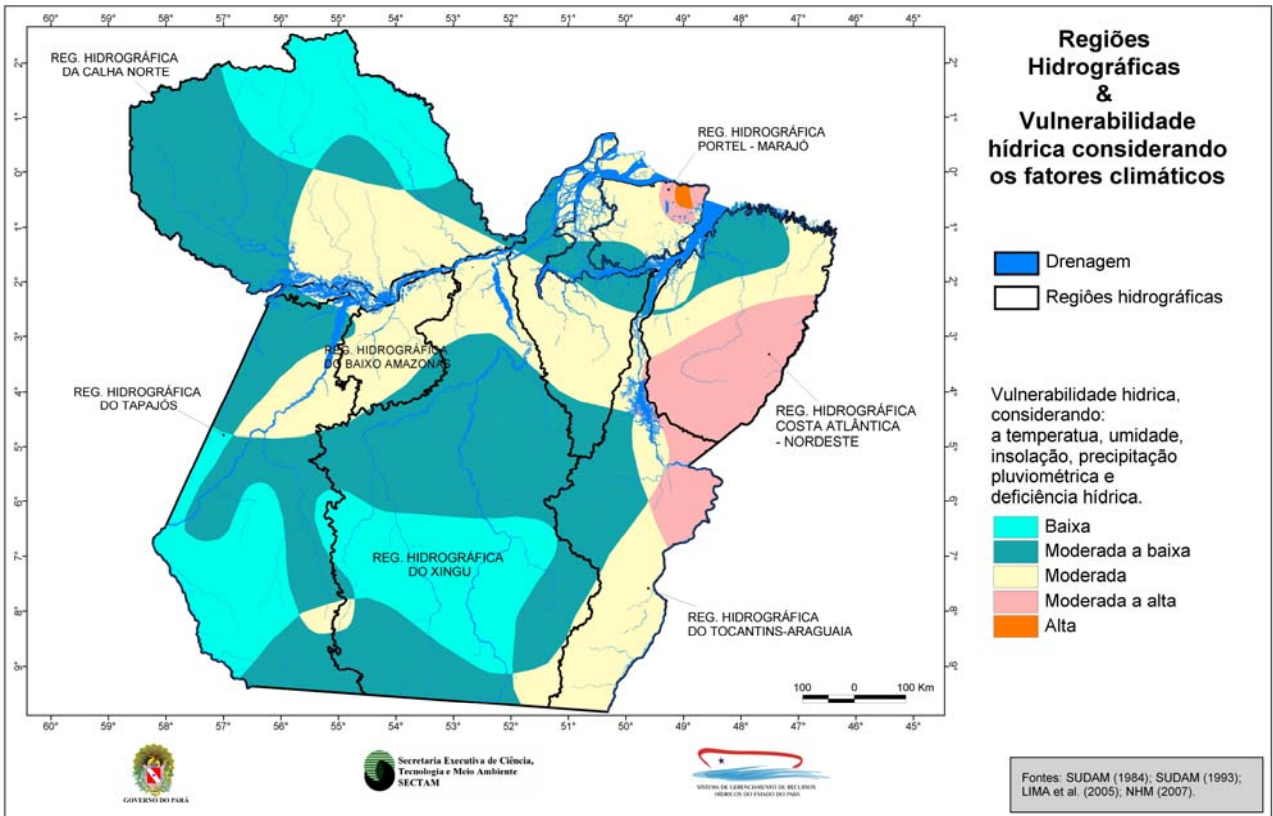
**Figura 03. Macro-Regiões hidrográficas do Estado do Pará.**



**Figura 04. Unidades Hidrográficas de Planejamento do Estado do Pará.**



**Figura 05. Macro-Regiões hidrográficas do Estado do Pará e seu potencial de fornecimento de água subterrânea.**



**Figura 06. A vulnerabilidade hídrica das MRH do Estado do Pará segundo os fatores climáticos.**

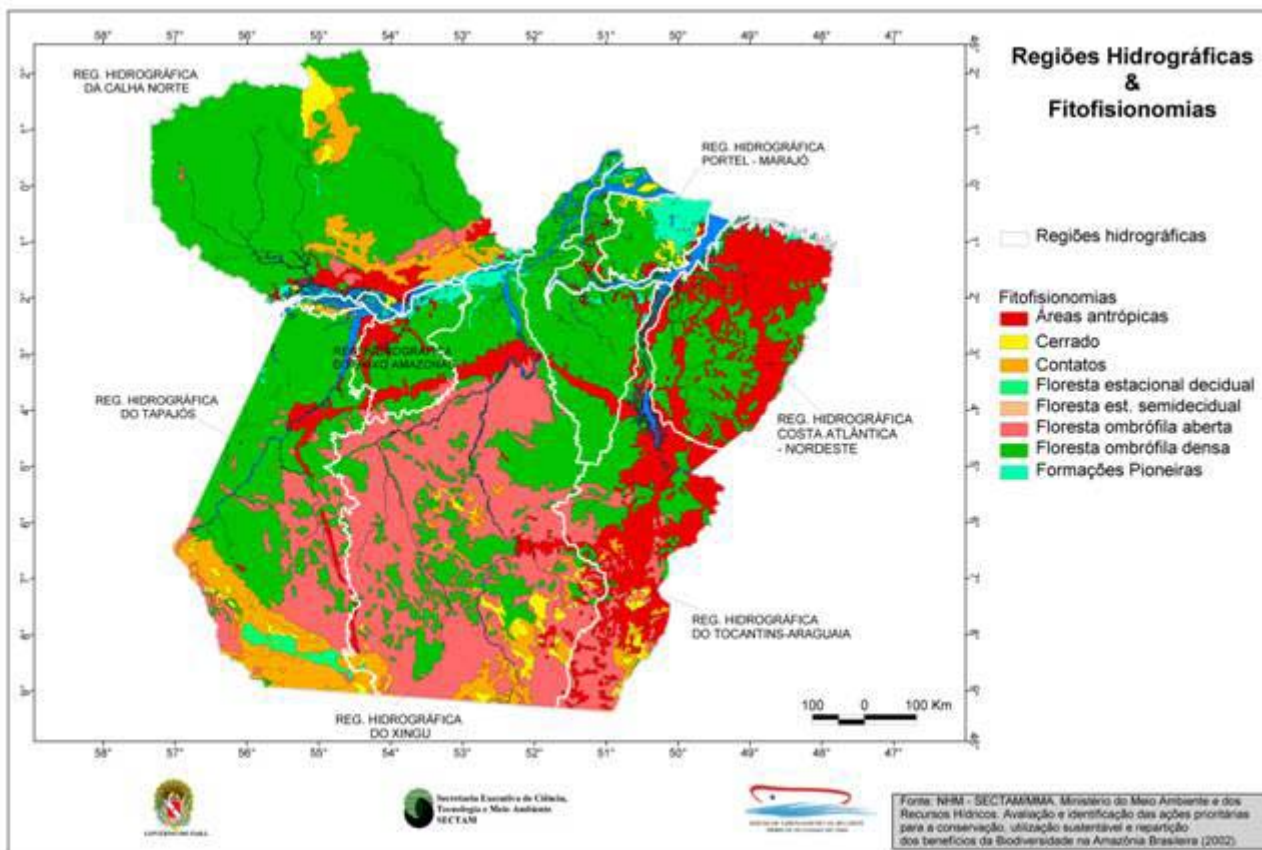


Figura 07. As categorias de cobertura vegetal das MRH do Estado do Pará.

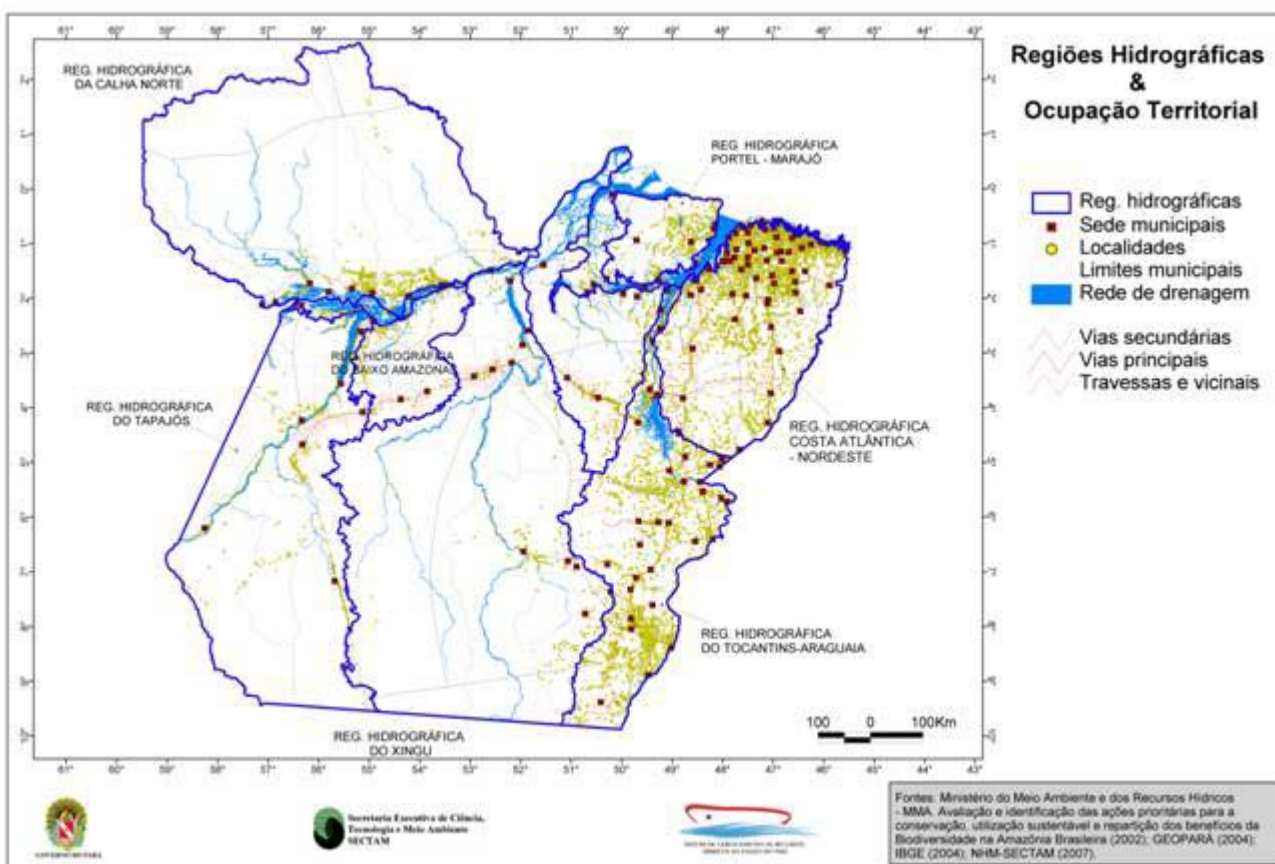


Figura 08. Áreas de expansão da ocupação nas MRH do Estado do Pará.

Este quadro, concomitante as mudanças da cobertura vegetal, implicam em uma vulnerabilidade crescente destas áreas, podendo mudar inclusive o comportamento de áreas mais favoráveis à manutenção hídrica com o avanço das áreas antropizadas e de cerrado, que favorecem significativamente o aumento da evaporação (Figura 07).

A contribuição das queimadas agrava também esta situação, pois elas estão fortemente associadas às áreas antropizadas e de abertura de estradas e vias de acesso (Figura 08). Indicando o extremo oriental do Estado como uma região de prioridade ao gerenciamento integrado.

### **2.3 - Análise de sustentabilidade hídrica segundo os fatores sócio-econômicos**

Os fatores sócio-econômicos implicam diretamente na geometria do uso e ocupação do solo, de sua velocidade e atividades econômicas associadas. A Figura 09 ilustra que a ocupação populacional por MRH é heterogênea, tendo áreas intensamente populosas alternadas a vazios demográficos. Considerando a poluição hídrica um fator decorrente destes aglomerados, sugere-se um caráter difuso de seu comportamento, considerando o lançamento de esgotos *in natura*, e a ausência de infra-estrutura de aterros sanitários.

A pressão populacional também é diferenciada entre o urbano e o rural. No Pará existem municípios de área significativa (Altamira - 161.445,9 km<sup>2</sup>, São Félix do Xingu - 84.607,3 km<sup>2</sup>, Itaituba - 62.380,8 km<sup>2</sup>) que concentram a maior parte da população na sede municipal, deixando o interior com um vazio demográfico.

Esta visão diferencial dificulta o gerenciamento das águas, uma vez que as pressões são desigualmente distribuídas nas bacias hidrográficas, entre montante e jusante, gerando na área rural uma degradação, de nascentes, não contabilizada.

O potencial mineral (Figura 10) é um grande atrativo do Estado, tornando quase todo território passível de exploração. Destaca-se que a MRH Tocantins-Araguaia é atual grande produtora de bens minerais, seguida da MRH do Tapajós.

A Figura 11 ilustra o mesmo comportamento para o potencial econômico das UPLAN tanto para o industrial quanto para o agrícola. Estas atividades não estão sendo compatibilizadas, em seus planos de expansão, ao ordenamento territorial e hídrico.

Desta forma, observa-se a região oriental do Estado (a mais vulnerável segundo os fatores climáticos), como a mais densamente ocupada (Figuras 06 e 08) e a de maior e mais diversificada produtividade. Assim como, a MRH do Tapajós como uma área de franco avanço do setor produtivo.

O avanço do setor produtivo sem a gestão associada igualaria estas duas MRH, principalmente se o asfaltamento da BR 163 (Cuiabá-Santarém) não estiver baseado em um plano de controle da expansão agrícola.



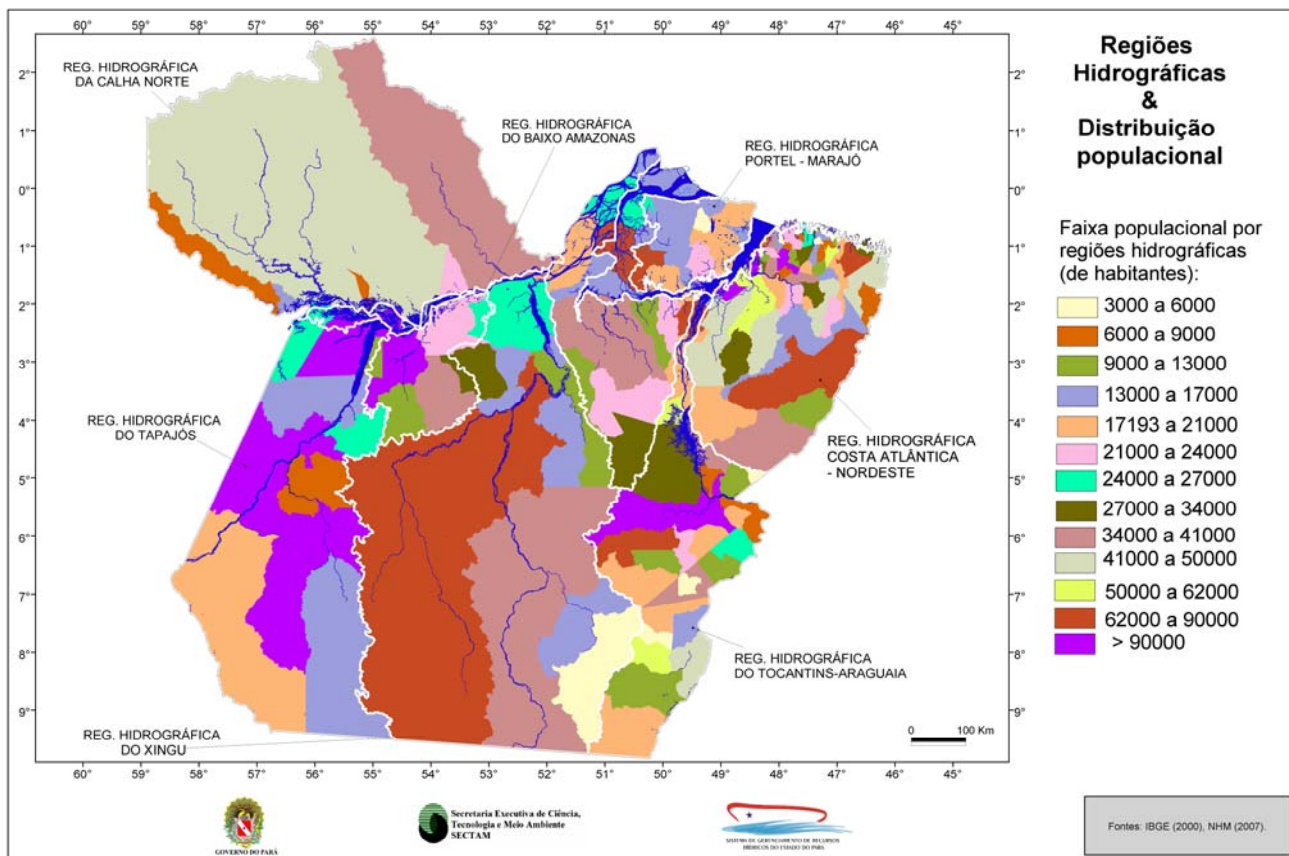


Figura 09. Distribuição populacional por MRH do Estado do Pará.

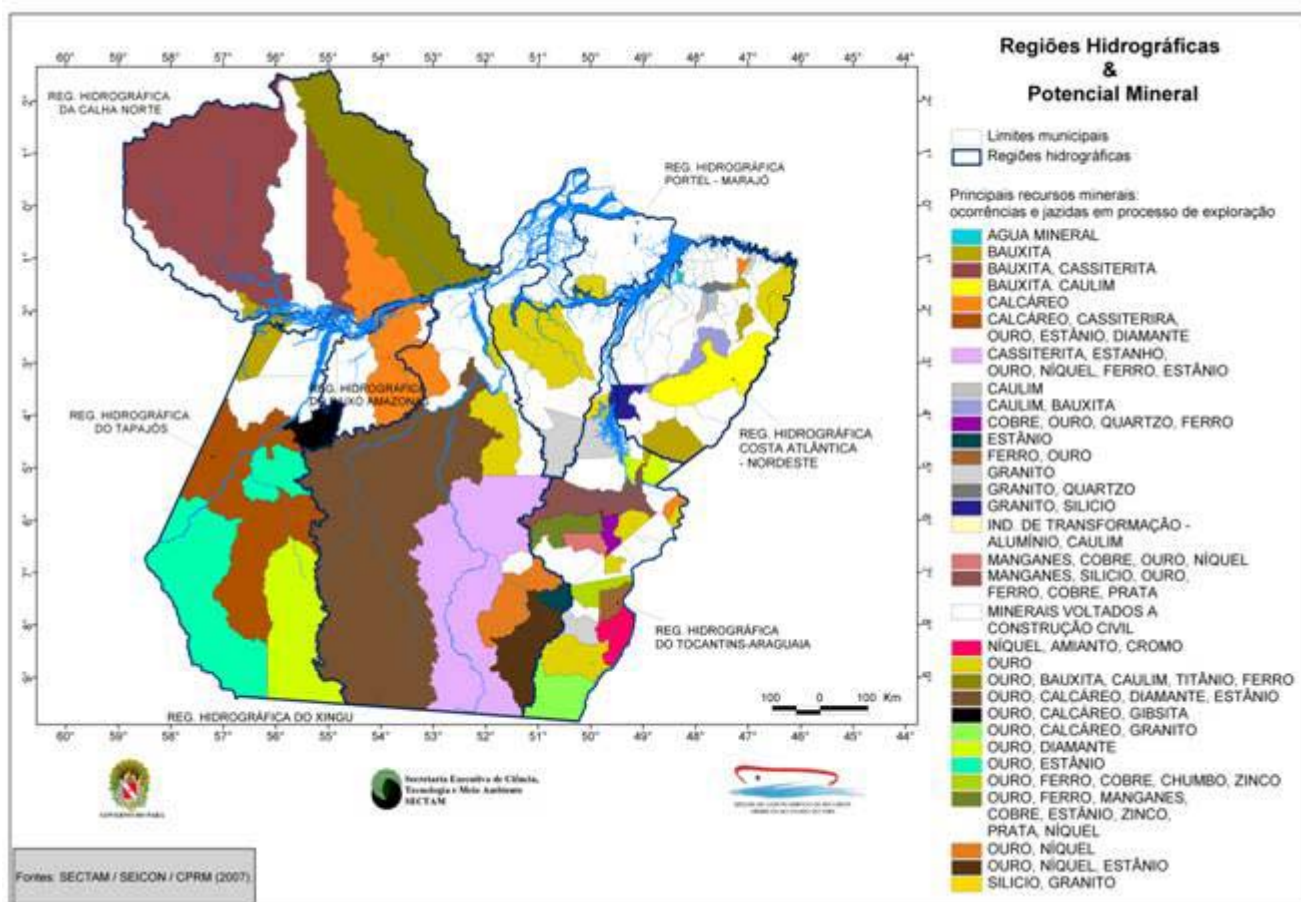
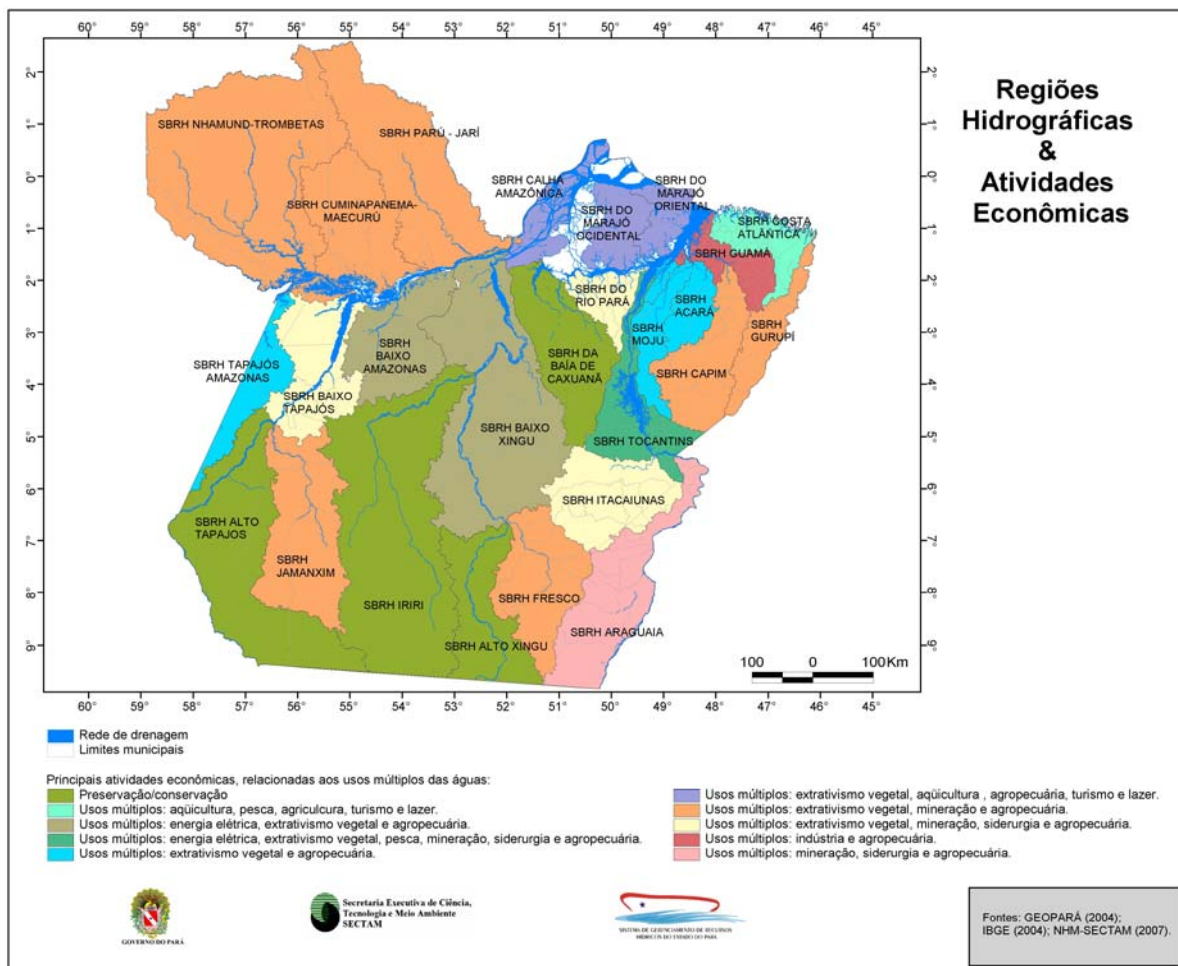
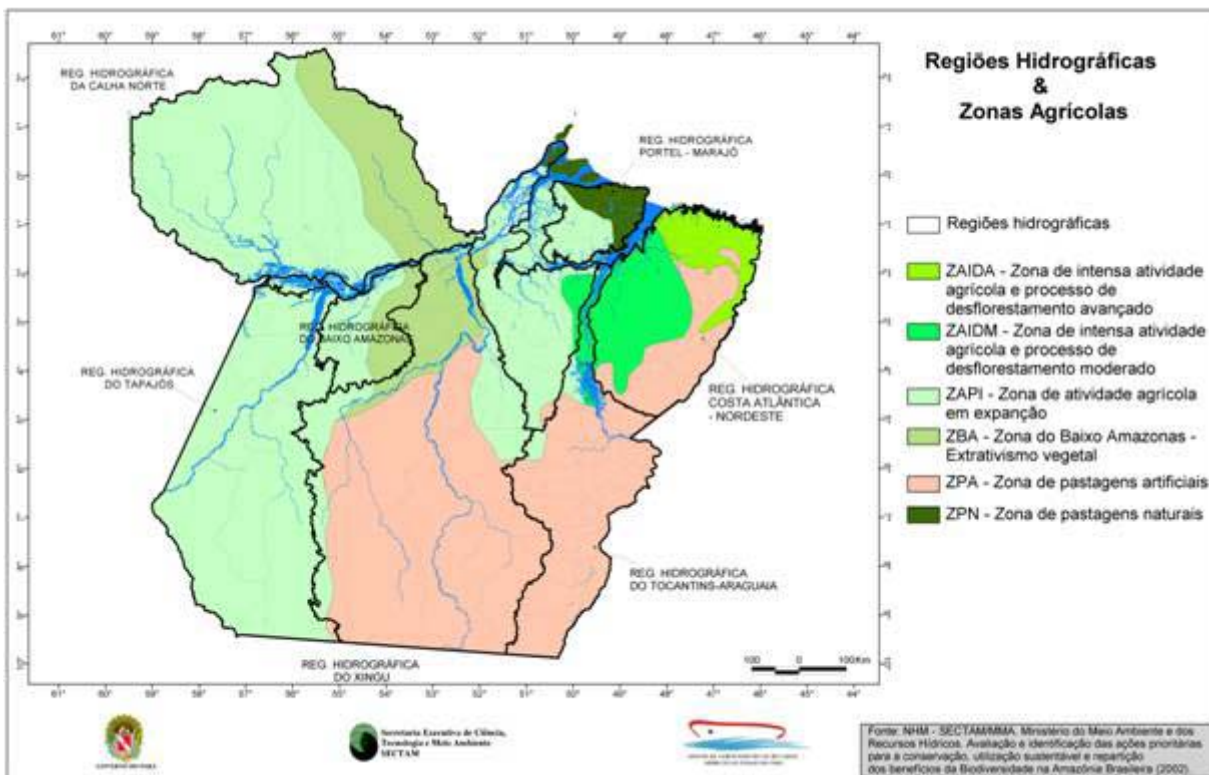


Figura 10. Potencial mineral por MRH do Estado do Pará.



(a)



(b)

**Figura 11. (a) Atividades econômicas e (b) Potencial agropecuário; por MRH do Estado do Pará.**

Os cenários atuais observados configuram 4 situações de pressão sobre os recursos hídricos: o eixo da BR 010 (Belém-Brasília), a BR 163 (Cuiabá-Santarém), a Transamazônica e o sistema em torno de Belém.

O eixo Transamazônico afeta diretamente as MRH do Xingu e do Baixo Amazonas, sendo a entrada mais forte de ocupação na região. O eixo em torno de Belém afeta a bacia do rio Guamá, sofrendo o reflexo da maior migração de pessoas e produtos do Estado, acarretando em forte potencial poluidor das águas, principalmente por resíduos sólidos e lançamentos *in natura* de efluentes líquidos.

#### **2.4 - Análise de sustentabilidade hídrica segundo a definição das áreas protegidas**

As unidades protegidas do Estado não tem tido êxito em parar o processo de desmatamento, apenas observa-se seu retardo. Sua localização nem sempre coincide com os divisores de bacias hidrográficas, tornando sua importância para manutenção destes sistemas prejudicada, pois não existe estratégia de preservação.

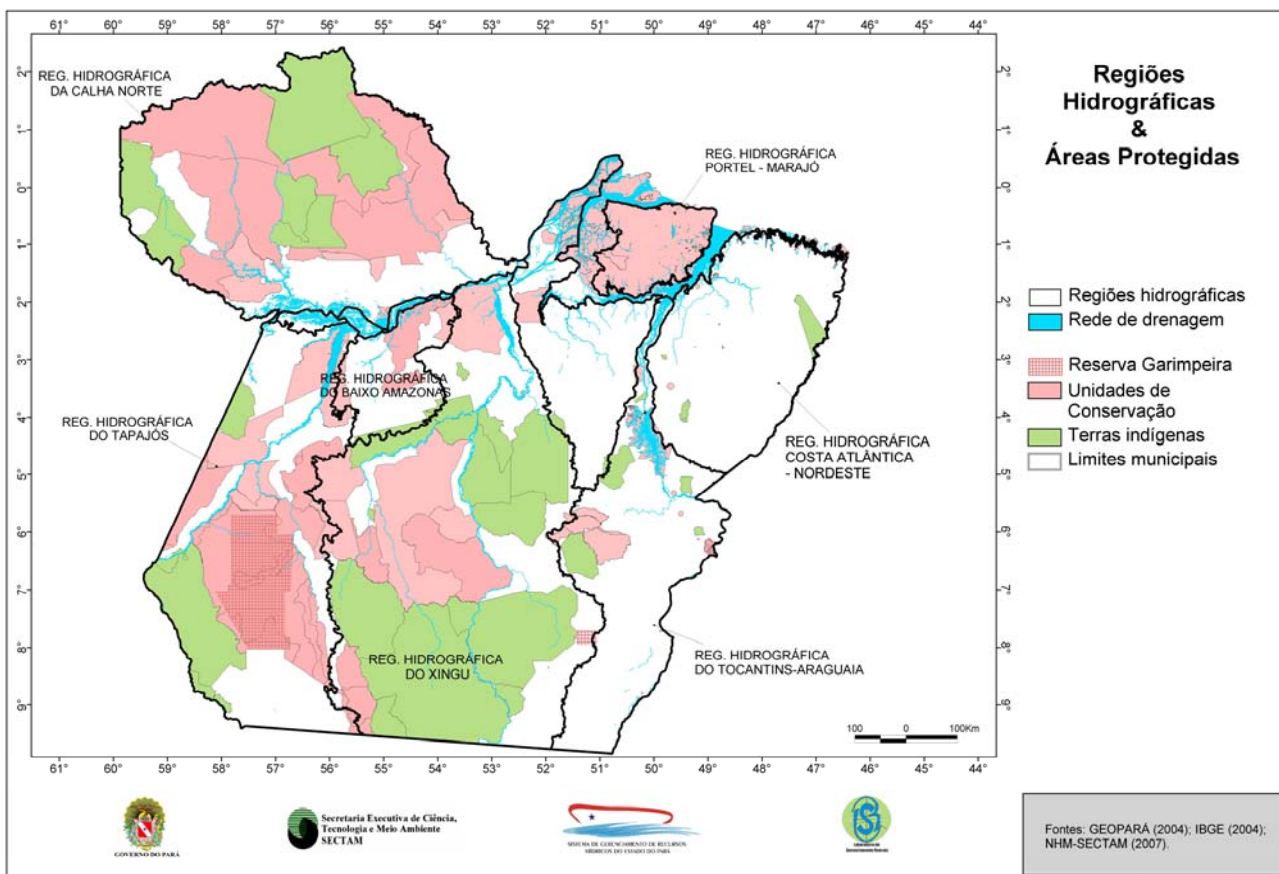
A MRH mais beneficiada é a do Xingu, seguida da Calha Norte, estas tem recobrimento significativo da área das bacias hidrográficas envolvidas, inclusive das cabeceiras, no caso da bacia hidrográfica do rio Trombetas (Calha Norte). O Tapajós ilustra o caso de não conformidade entre a preservação hídrica e florestal, uma vez que as unidades margeiam o leito do rio, conservando desprotegidas sua foz e cabeceiras, estas últimas são fora do Estado.

A MRH do Tocantins-Araguaia está totalmente desprotegida, com a maior parte de sua cobertura vegetal original alterada (Figura 07), estando os recursos hídricos desassociados da necessidade de unidades de conservação; as poucas existentes são pontuais e não tem representatividade em área na MRH.

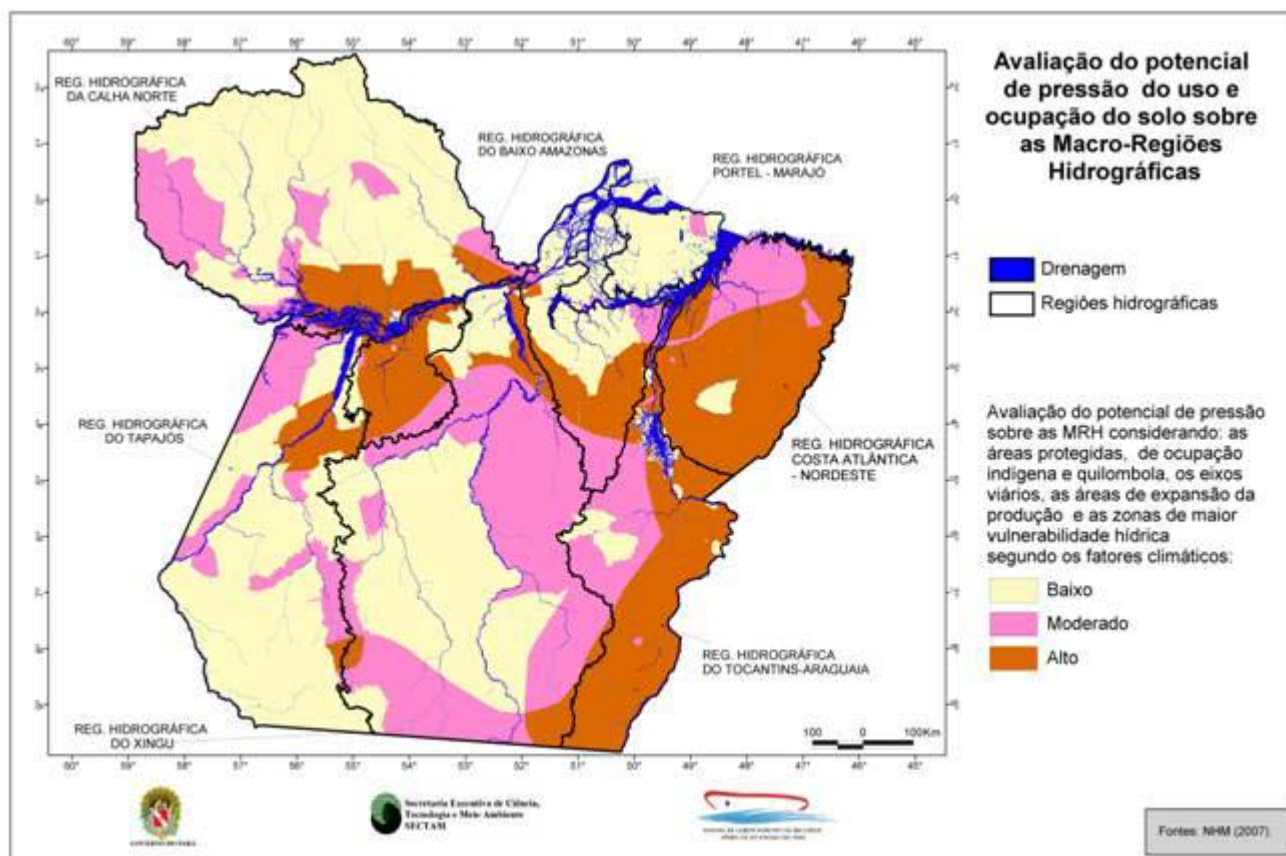
É observado também uma irregularidade muito grande no cumprimento legal de manutenção das APP's (Áreas de Preservação Permanente), a MRH do Tocantins – Araguaia é a que apresenta maiores perdas, assim como a maior parte das bacias hidrográficas da MRH da Costa Atlântica-Nordeste onde se localizam as áreas urbanas mais densamente ocupadas do Estado.

### **3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES**

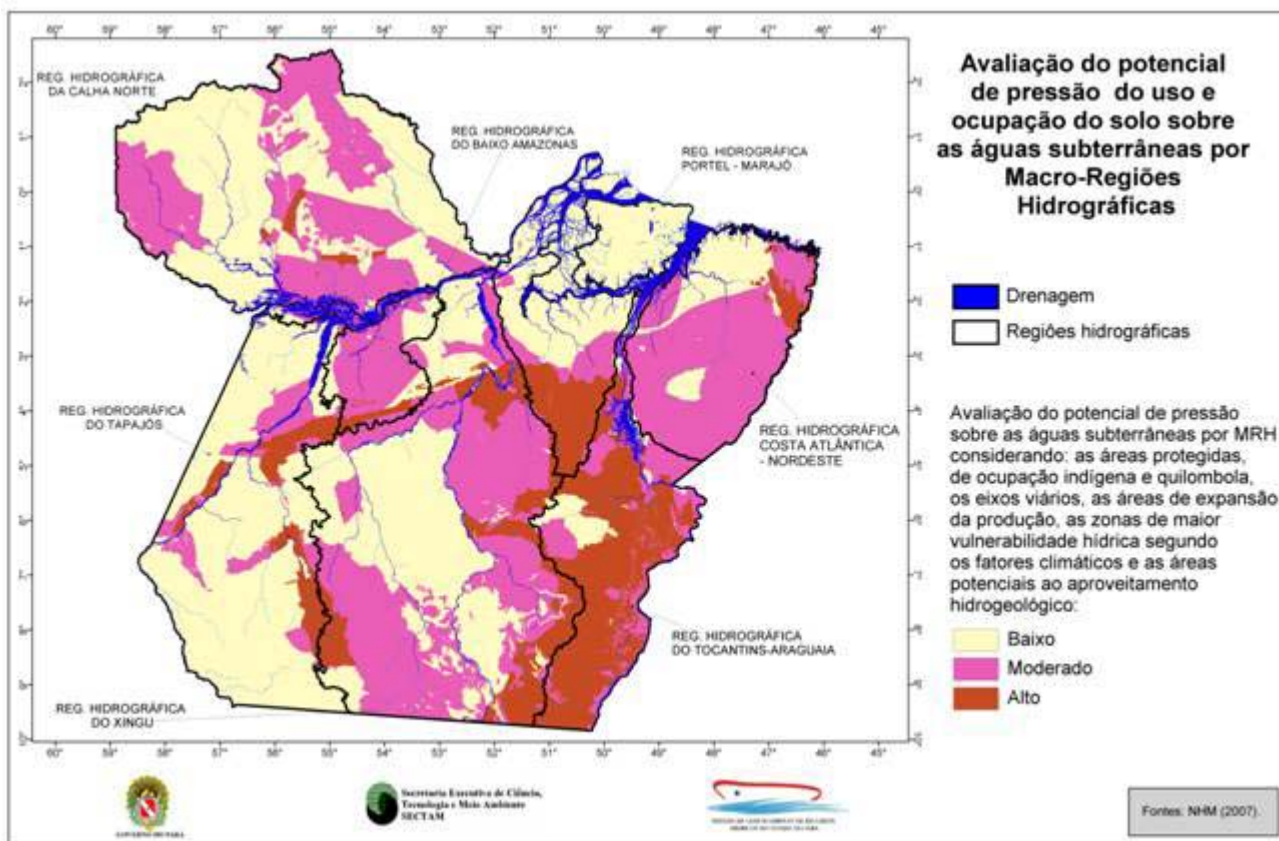
As Figuras 13 a 15 sintetizam o conjunto de informações apresentadas incluindo as águas superficiais e subterrâneas. Com base nestas e no conjunto de situações apresentadas é possível argumentar que:



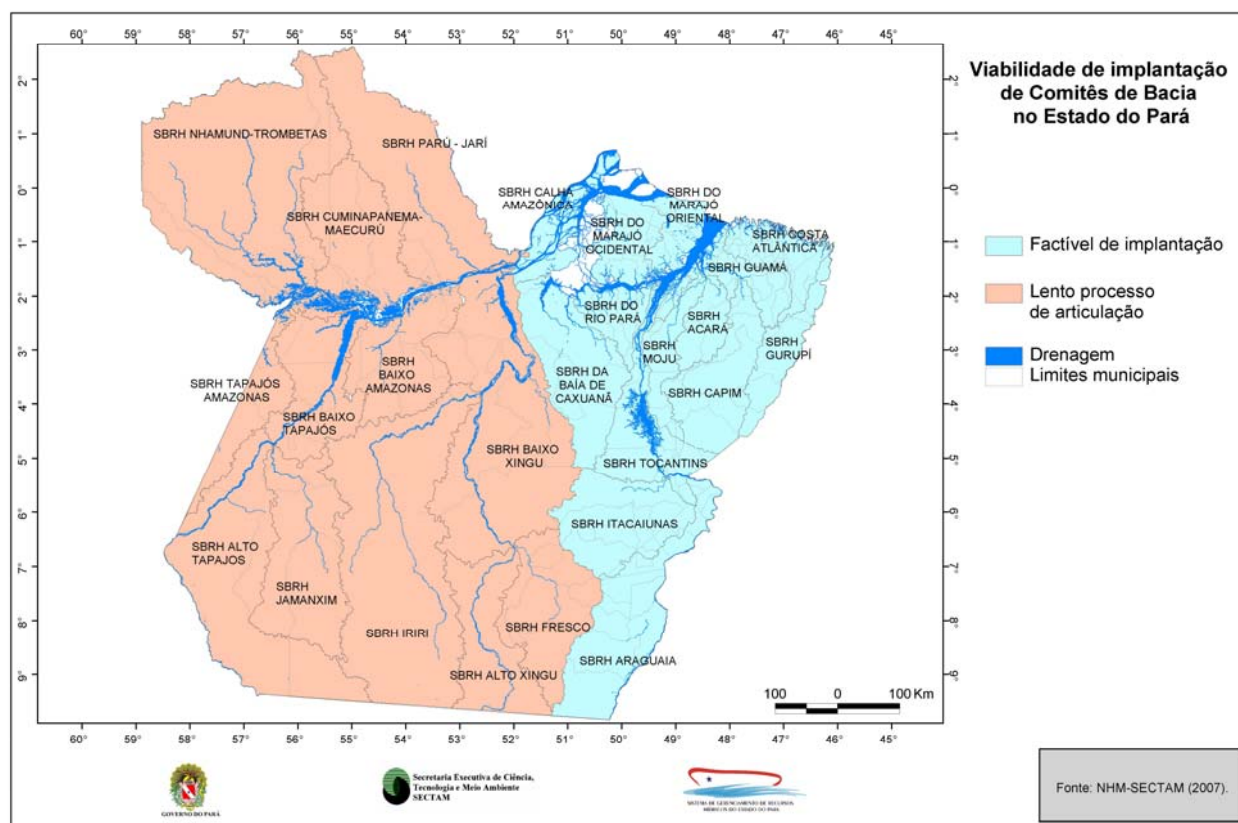
**Figura 12. Unidades de conservação e terras indígenas por MRH do Estado do Pará.**



**Figura 13. Avaliação do stress sobre os recursos hídricos considerando as águas superficiais por MRH do Estado do Pará.**



**Figura 14. Avaliação do stress sobre os recursos hídricos considerando as águas subterrâneas por MRH do Estado do Pará.**



**Figura 15. Proposição de organização social por MRH.**

- O extremo oriental do Estado é a região de maior pressão sobre os recursos hídricos.
- As MRH mais vulneráveis são o Tocantins-Araguaia e a porção sul/sudeste da Costa Atlântica-Nordeste.
- Os fatores que mais influenciam esta vulnerabilidade são os climáticos (com menor peso) e de uso e ocupação do solo (com maior peso); sendo estes últimos considerados os catalisadores do processo.
- Os problemas de manutenção dos recursos hídricos são semelhantes tanto para as águas superficiais quanto para as águas subterrâneas; estas últimas têm uma forte dependência das características geológicas, tornando seu sistema de recarga ainda mais específico.
- A MRH do Tapajós é uma região de conflitos, nesta encontram-se de forma atuante dois fatores com objetivos opostos: as unidades de conservação com finalidade de manutenção dos recursos florestais e hídricos; e a expansão do setor produtivo pela BR 163 em direção ao Porto de Santarém, notadamente da atividade mineral e da agricultura de grãos.
- A MRH do Baixo Amazonas é atravessada pela Transamazônica tendo os conflitos pelo uso da terra um dos principais elementos de degradação ambiental, tanto pela expansão agrícola quanto pela exploração madeireira.
- A MRH do Xingu concentra a maior pressão sobre os recursos hídricos em torno da sede municipal de Altamira também influenciada pela Transamazônica.
- A MRH do Portel-Marajó é uma região que apresenta todas as características naturais favoráveis à manutenção dos recursos hídricos, porém a ausência de ordenamento territorial local pode gerar cenários futuros desfavoráveis.

A melhor maneira de reduzir a pressão sobre os recursos hídricos por MRH do Estado é conjugar ações de gestão ambiental integrada à hídrica, priorizando o ordenamento territorial e compatibilizando propostas de direcionamento do setor produtivo, tendo como base a sustentabilidade hídrica das bacias hidrográficas envolvidas. Dentre as possíveis ações citam-se:

- Definição das áreas destinadas à expansão agrícola e avaliação de seu potencial de contribuição para a manutenção dos sistemas hídricos (áreas de nascentes e de recarga subterrânea).
- Elaboração de planos de monitoramento de fontes de poluição associadas ao setor industrial, incluindo o mineral, em função de sua capacidade de diluição de carga poluidora.
- Formação de consórcios intermunicipais com base nas bacias hidrográficas para definição de planos de despoluição e instalação de estações de tratamento de esgoto para conter o potencial poluidor dos lançamentos de esgotos oriundos dos núcleos urbanos.
- Conjugação das políticas hídrica, ambiental e de saneamento, elaborando um pacote de metas de sustentabilidade, com o objetivo de otimizar os recursos a serem investidos para a manutenção dos sistemas hídricos.

## 4 - CONCLUSÃO

O gerenciamento integrado hídrico e ambiental compõe o conjunto de ações necessárias à manutenção dos sistemas hídricos amazônicos, pois a região como um todo, relaciona diretamente a questão do uso do solo e os usos múltiplos das águas.

Água e florestas passam a ter propostos em comum de sustentabilidade, porém com mecanismos atuais diferenciados de controle. A gestão ambiental está implantada nos estados amazônicos enquanto que a hídrica ainda encontra-se em uma fase embrionária. Este retardo não é acompanhado pelo processo de ocupação que tem feito uso múltiplo das águas sem o instrumento regulatório devido.

Estes fatos conduzem a uma notada pressão sobre as águas superficiais e subterrâneas, notadamente nas MRH do Tocantins-Araguaia e da Costa Atlântica-Nordeste; e crescente no Tapajós e no Baixo Amazonas.

As prioridades de gestão deveriam conduzir a propostas imediatistas nas áreas mais críticas e de médio a longo prazo nas demais, integradas à gestão ambiental e aos investimentos em saneamento básico.

O planejamento hídrico-ambiental deve ser acompanhado da necessidade de expansão do setor produtivo e do processo de decisão política, que formularia metas de crescimento econômico compatíveis com as limitações impostas pelo ordenamento do território.

## 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; McGRATH, D.; MOUTINHO, P.; PACHECO, P.; DIAZ, M.D.C.V.; SOARES FILHO, B. *Desmatamento na Amazônia: indo além da “Emergência Crônica”*. Belém: IPAM, 2004. 85p.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil*. Brasília: ANA, 2005. 123p.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Sistema de Informações Georeferenciadas de Energia e Hidrologia – HIDROGEO*. Brasília: ANEEL, 2000. CD ROM.

BERARDO, K.; VERÍSSIMO, A.; UHL, C. *O Pará no século XXI: oportunidades para o desenvolvimento sustentável*. Belém: IMAZON, 1998. 66p.

BRASIL. 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 da República Federativa do Brasil 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. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 jan. 1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. *Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil*. Brasília: TDA Desenho & Arte, 2005. 172p.

DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. *Anuário mineral brasileiro*. Brasília: DNPM, 2001.

\_\_\_\_\_. *Anuário mineral brasileiro*. Brasília: DNPM, 2005.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Dados estatísticos dos municípios do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 2000. CD-ROM.

\_\_\_\_\_. *Base cartográfica integrada do Brasil ao milionésimo digital*. Rio de Janeiro: IBGE; DCG; CCAR, 2003. CD-ROM.

\_\_\_\_\_. *Síntese de indicadores sociais*. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. CD-ROM.

\_\_\_\_\_. *Dados estatísticos dos municípios do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 out. 2006.

IDESP – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-SOCIAL DO PARÁ. Coleção Municípios Paraenses. Belém: IDESP, 1998.

LIMA, R.J.S.; LIMA, A.M.M; ARAÚJO, M.L. *Navegando sob o céu do Pará: hidroclimatologia e recursos hídricos do Estado*. Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Belém: SECTAM, 2005. 129p.

LIMA, R.J.S.; FONTINHAS, R.; GASPAR, M.; GUIMARÃES, P. *Proposta de Divisão do Estado do Pará em Regiões Hidrográficas*. In.: SIMP. BRAS. DE RECURSOS HÍDRICOS, 14. e SIMP. DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA, 5., 2001, Alagoas. Anais...Alagoas: ABRH, 2001.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS. *Avaliação das águas do Brasil*. Brasília: MMA, 2002a. 86p.

\_\_\_\_\_. *Avaliação e identificação das ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da Biodiversidade na Amazônia Brasileira*. Série Biodiversidade da Amazônia Brasileira. Brasília: MMA, 2002b. 112 p.

PARÁ. Lei nº 6.381. de 25 de julho de 2001. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial do Estado. Belém/Pa, 27 de julho de 2002. Seção.

PARÁ Governo do Estado do Pará. Informações municipais. Disponível em: <www.pa.gov.br>. Acesso em 09 mar. 2006a.

PARÁ Governo do Estado do Pará. Informações do setor produtivo. Disponível em: <www.sectam.pa.gov.br>. Acesso em 01 abr. 2006b.

SEPROD – SECRETARIA ESPECIAL DE PRODUÇÃO DO ESTADO DO PARÁ. *Números da produção mineral*. Belém: SEPROD, 2006. 23p.