



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE
E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA**

**A APLICABILIDADE DA RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005 NO
ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA NA BACIA DO RIO
PURUS: um instrumento válido para as águas Amazônicas?**

DÉBORA DOS ANJOS GAMA

**Manaus
2009**

**A APLICABILIDADE DA RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005 NO
ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA NA BACIA DO RIO
PURUS: um instrumento válido para as águas Amazônicas?**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE
E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA**

DÉBORA DOS ANJOS GAMA

**A APLICABILIDADE DA RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005 NO
ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA NA BACIA DO RIO
PURUS: um instrumento válido para as águas Amazônicas?**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia da Universidade Federal do Amazonas como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências do Ambiente

Orientador: Prof.^a Dr.^a ANDREA VIVIANA WAICHMAN

Manaus
2009

Ficha Catalográfica

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

G184a Gama, Débora dos Anjos
A aplicabilidade da resolução Conama Nº 357/2005 no
enquadramento dos corpos d'água na Bacia do Rio Purus: um
instrumento válido para as águas Amazônicas? / Débora dos Anjos
Gama. 2009
130 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Andrea Viviana Waichman
Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e
Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do
Amazonas.

1. Enquadramento dos Corpos d'água. 2. Rio Purus. 3. Recursos
Hídricos. 4. Gestão hídrica. I. Waichman, Andrea Viviana II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título

DÉBORA DOS ANJOS GAMA

A APLICABILIDADE DA RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005 NO
ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA NA BACIA DO RIO
PURUS: um instrumento válido para as águas Amazônicas?

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia da Universidade Federal do Amazonas como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências do Ambiente

Aprovada em 04 de setembro de 2009

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª Andrea Viviana Waichman, Presidente
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Prof^ª. Dr^ª Adorea Rebello da Cunha Albuquerque, Membro
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Prof. Dr. Neliton Marques da Silva, Membro
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

*À minha mãe Rosilda e ao meu pai Sebastião
Pelo apoio, respeito, incentivo e compreensão nos momentos difíceis
Exemplos de dedicação e carinho.*

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Deus e a espiritualidade superior.

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Andrea Viviana Waichman pela oportunidade do conhecimento, mas acima de tudo pela paciência e apoio fraterno nos momentos cruciais.

À mana Janaína, grande amiga, e ao mano Maurício.

À Prof. Dr^a Sandra do Nascimento Noda pelos conselhos.

Ao Prof. Dr. Henrique dos Santos Pereira pelas sugestões enriquecedoras.

À Ivanilce e Deise pelas explicações, incentivos e por acreditarem em minha capacidade.

À Paola pela cumplicidade e companheirismo dos momentos intermináveis que antecederam à entrega da dissertação.

À Sônia e ao Carlos pelo respeito.

À Alexssandra pela ajuda na obtenção dos mapas para a dissertação.

Meus agradecimentos à Solange Damasceno, da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado do Amazonas, pelas informações necessárias.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

“... Os rios são nossos irmãos, eles nos saciam a sede. Levam as nossas canoas e alimentam nossas crianças. Se vendermos nossa terra a vós, deveis vos lembrar e ensinar a vossas crianças que os rios são nossos irmãos, vossos irmãos também, e deveis a partir de então dispensar aos rios a mesma espécie de afeição que dispensais a um irmão”.

Chefe Seattle, 1855

RESUMO

A presente pesquisa tem como principal objetivo avaliar a aplicabilidade do Enquadramento dos Corpos d'Água, instrumento de planejamento da Política Nacional de Recursos Hídricos, na classificação das águas da região Amazônica. A normativa que rege o Enquadramento é a Resolução CONAMA nº 357/2005, substituta da Resolução CONAMA nº 20/1986. Como estratégia de planejamento encontra-se ainda em fase de implementação para a Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Amazonas, tendo como marco jurídico conceitual a Lei nº 3.167/ 2007 que foi regulamentada pelo decreto nº 28.678/2009. Sabendo-se que as águas da Amazônia compreendem um complexo sistema hídrico com grandes diferenças químicas e ecológicas consequentes de sua própria história geológica, uma classificação baseada em critério e padrões rígidos desfocados da realidade implica uma revisão ou adaptação a novos indicadores mais voltados para a tipologia e dinâmica de seus diversos corpos d'água. A bacia hidrográfica escolhida para a pesquisa foi a Bacia do Purus em razão de sua variabilidade hídrica e socioeconômica, além de ter como tributário principal, um rio transfronteiriço. Para isso foram avaliados através do método estatístico “teste t” as médias e desvios padrões de amostras de água do Rio Purus, entre as cidades de Beruri e Lábrea em relação aos valores estabelecidos na normativa para Classe 1. A classificação da normativa nacional insere as águas regionais em níveis de classificação para usos menos restritivos, porém as águas do rio Purus e seus afluentes refletem as características de águas naturais, presentes na literatura científica para os corpos d'água da bacia Amazônica. A hipótese nula foi aceita para águas com baixo impacto antrópico, considerando-se para a bacia do Purus os usos mais restritos da Classe da água doce Especial e/ou Classe 1. De forma geral a Resolução CONAMA nº 357/2005 se mostra aplicável, porém normativas estaduais adicionais deverão ser implementadas para correção de alguns parâmetros como oxigênio dissolvido para todos os tipos de água e pH para as águas pretas.

Palavras-Chave: Enquadramento dos Corpos d'Água; Rio Purus; Recursos Hídricos;

ABSTRACT

The present research has as main objective to evaluate the applicability of the Water Bodies Framing, planning instrument of the National Water Resources Policy, for the classification of waters of the Amazon region. The current normative is the CONAMA Resolution n° 357/2005, in substitution of CONAMA Resolution n° 20/1986. In the Amazon State, the Water Resources Policy is still in an implementation phase for the State Politics, having as conceptual legal framework the Law n° 3,167/2007 regulated by the Decree n° 28.678/2009. It is well known that Amazonian waters are part of a complex ecosystem with great chemical and ecological differences. Therefore, a water classification based on current standards or criteria are unreal and a revision or adaptation of the legal framework based on regional typology and water body dynamics of the Amazonian region. This study was undertaken on the Purus River Basin as a model of the environmental and socioeconomic variability in the region, besides being a transboundary river. Statistical test t was used for comparisons between the average water parameter values and standard values established in CONAMA Resolution n° 357/2005 for water Class 1, for water bodies of the Purus River Basin between the cities of Beruri and Lábrea. This legal framework inserts regional waters in levels of classification for less restrictive uses; however the waters of the Purus River Basin and its tributaries reflect the natural features of Amazonian waters. The null hypothesis has been accepted, and then the Purus River Basin water can be classified as Special or Class 1 waters. The current legal framework, CONAMA Resolution n° 357/2005 that established water quality criteria and standards can be applied in the Amazon region with the introduction of some additional criteria mainly for oxygen, for all water types and pH for black waters.

Keywords: Legal Framework; Purus River basin; Water resources, Amazon

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1. Usos da água.....	30
QUADRO 2. Classes e respectivos usos da água.....	50
QUADRO 3. Divisão do Rio Purus em trecho.....	82
QUADRO 4. Descrição dos aparelhos de medição e os métodos utilizados nas análises da água.....	87

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Dados populacionais, área e coordenadas dos municípios do médio e baixo Purus pertencentes ao Estado do Amazonas.....	80
TABELA 2. Identificação dos pontos de coleta de água no período da seca.....	84
TABELA 3. Identificação dos pontos de coleta de água no período da cheia.	85
TABELA 4. Identificação dos pontos de coleta de água no período da enchente.	86
TABELA 5. Valores médios e desvio padrão das diferentes variáveis limnológicas das águas brancas da bacia do Rio Purus.....	91
TABELA 6. Valores médios e desvio padrão das diferentes variáveis limnológicas das águas mistas da bacia do Rio Purus.....	92
TABELA 7. Valores médios e desvio padrão das diferentes variáveis limnológicas das águas pretas da bacia do Rio Purus.....	92
TABELA 8. Valores segundo Resolução CONAMA N° 357/05 para a hipótese nula (H_0). ...	93
TABELA 9. Comparação entre os valores médios das variáveis limnológicas para as águas brancas da Bacia do Purus com os valores da literatura para as águas brancas naturais.....	97
TABELA 10. Comparação entre os valores médios das variáveis limnológicas das águas pretas (lagos e rios) com os valores da literatura para as águas pretas naturais.....	98
TABELA 11. Comparação entre os valores médios das variáveis limnológicas das águas mistas com os valores da literatura para as águas mistas naturais.....	99
TABELA 12. Resultado Teste t para as águas brancas	102
TABELA 13. Resultado Teste t para as águas pretas - Lagos.....	103
TABELA 14. Resultado Teste t para as águas pretas – Rios	104
TABELA 15. Resultado Teste t para as águas mistas	105

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Evolução do volume de água utilizado por diversos setores ao longo dos anos. .	21
FIGURA 2. O ciclo hidrológico.	26
FIGURA 3. Esquema do ciclo hidrológico da bacia Amazônica	28
FIGURA 4. Utilização das diferentes fontes de água para o consumo	56
FIGURA 5. Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).....	62
FIGURA 6. Descrição dos processos de planejamento e execução dos planos diretores de bacia e enquadramento	64
FIGURA 7. Bacia do rio Purus no Estado do Amazonas	67
FIGURA 8. Organograma proposto pela Lei nº 2.407 /96.....	70
FIGURA 9. Estrutura administrativo-funcional da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SDS.	72
FIGURA 10. Divisão de bacias proposta pela Agência Nacional de Águas – ANA para a região Amazônica.	75
FIGURA 11. Distribuição das terras Indígenas no Estado do Amazonas.....	77
FIGURA 12. Divisão da Bacia do Rio Purus	78
FIGURA 13. Pontos de coleta na Bacia do Purus.	89

LISTA DE ABREVIATURAS

ANA	Agência Nacional de Águas
AHIMOC	Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental
APHA	American Public Health Association (Associação de Saúde Pública Americana)
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CNPq	Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
DNAEE	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBDF	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPAAM	Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas
ITA	Instituto Tecnológico da Aeronáutica
MINTER	Ministério do Interior
NUPAUB	Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
SEMA	Secretaria Especial do Meio Ambiente
SEMAD	Secretaria de Estado e Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SUDEPE	Superintendência de Desenvolvimento da Pesca
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UFPA	Universidade Federal do Pará
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 HIPÓTESES.....	19
1.2 OBJETIVO GERAL	19
1.2.1 Objetivos Específicos.....	19
2. REVISÃO DA LITERATURA	20
2.1 AS ÁGUAS SUPERFICIAIS EM SUAS DIFERENTES DIMENSÕES	20
2.1.1 A importância conceitual das bacias hidrográficas e do ciclo hidrológico para as águas superficiais	22
2.1.2. Os diferentes usos da água e sua caracterização física, química e biológica.....	28
2.1.3 A Resolução CONAMA nº 357/2005 e sua importância para a qualificação das águas superficiais.....	42
2.2 OS ASPECTOS SOCIAIS DA ÁGUA E A GESTÃO NOS SISTEMAS HÍDRICOS NA AMAZÔNIA.....	51
2.2.1 Considerações sobre a participação das sociedades amazônicas na gestão dos sistemas hídricos	53
2.3 A VALIDADE DO ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA NO ARRANJO INSTITUCIONAL DO SISTEMA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS (SINGREH).....	59
2.3.1 Os Arranjos Institucionais para a implementação da Resolução do CONAMA Nº 357/2005 na Bacia do rio Purus.....	65
3. MATERIAIS E MÉTODOS	75
3.1 CARACTERIZAÇÕES DA ÁREA DE ESTUDO.....	75
3.1.1 Características Gerais da Bacia do Purus.....	75
3.1.2 Características Específicas da Área da Pesquisa.....	78
3.2 DESCRIÇÃO DA PESQUISA BASE	90
3.3 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS.....	94
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	94
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	113
BIBLIOGRAFIA	115

1. INTRODUÇÃO

As águas da região amazônica compõem um fascinante cenário composto por uma rica e complexa tipologia hidroquímica que obedece, regularmente, aos imperativos da sazonalidade das cheias, vazantes e secas. Distribuídas em uma malha fluvial com aproximadamente 6.100.000 km² ocupam lugar de realce mundial em termos de volume e descarga média líquida, cerca 209.000 m³s⁻¹. Com diferentes tamanhos, cores e aspectos ecológicos fazem dos diversos corpos d'água um mosaico hídrico harmonioso resultante da grande interdependência com os sistemas florestais e pedológicos. O professor Harald Sioli já divisava essa exuberância e magnitude, mas também alertava para a importância de seus ciclos homeostáticos, realçando os sistemas aquáticos das várzeas e suas cadeias tróficas, tão necessárias para o sustento de toda a biodiversidade de peixes da região, o que garante o autoconsumo das populações ribeirinhas.

Entretanto, a grande pressão demandada pelo crescimento econômico setorial tal como a expansão da agricultura e pecuária, o desenvolvimento de atividades voltadas para a exploração madeireira, a extração mineral e a construção de centrais hidrelétricas tem refletido de maneira negativa na qualidade dos sistemas hídricos amazônicos. Isso constitui um dos maiores obstáculos à consecução das ações voltadas para estabelecimento de critérios e padrões que melhor caracterizem as perspectivas de uso e objetivos da qualidade hídrica, bem como, o planejamento para os prognósticos das águas amazônicas.

Essa preocupação alude, precipuamente, à questão do gerenciamento dos recursos hídricos na Amazônia brasileira que ainda se apresenta incipiente, limitada pelas dificuldades na obtenção de informações, estruturação de sistemas de monitoramento e controle na dimensão continental de seu território. Logo, observa-se a importância da elaboração de

políticas públicas não apenas voltadas para um vislumbre da sustentabilidade, mas ancoradas em propostas cada vez mais articuladas com a dinâmica ecológico-ambiental da região, afinada à questão do conhecimento e gestão de arranjos eficientes, em visões macro e micro espacial. Em suma, essa preocupação deve refletir a busca por um novo paradigma, com um viés articulado com o desenvolvimento socioeconômico para a Amazônia e seus habitantes.

No contexto desse amplo debate, a questão da classificação dos corpos d'água como elemento indispensável à gestão dos recursos hídricos, ainda é vaga e imprecisa. Apoiada na Resolução Nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, os parâmetros e critérios para o enquadramento em classes de água no Brasil constituem um modelo a ser discutido para as águas amazônicas, pois são considerados desconectados das “realidades locais” e das características naturais para a região imprimindo erros no processo de enquadramento e, portanto, na gestão.

Dessa forma, a aplicabilidade da Resolução do CONAMA Nº 357/05, como normativa geral, lança uma série de contradições diante de sua necessidade ora como instrumento planejador dos planos diretores de bacias hidrográficas, ora como mote norteador para a classificação das águas. Embora essa nova resolução tenha características progressivas, pois considera o enquadramento como uma meta final de qualidade a ser alcançada, sua aplicabilidade ainda encontra dificuldades em sua implantação, principalmente, em decorrência das especificidades de cada bacia a ser diagnosticada. No País, apenas 10 unidades da Federação possuem, efetivamente, instrumentos legais que enquadrem total ou parcialmente seus corpos d'água. Infelizmente, isso mostra entraves técnicos, financeiros e a falta de articulação entre os mecanismos de “comando-controle” adotado pelos governos e a nova abordagem da Política Nacional de Recursos Hídricos, considerada descentralizada, integradora e participativa.

O enquadramento dos corpos d'água sugere além desse preparo, a necessidade urgente da sociedade em se articular por meio de mecanismos cada vez mais compartilhados com espaços abertos ao debate e com ações mobilizadoras, enaltecendo atitudes pró-ativas. Com isso, a integração entre os diversos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, suplementadas pelas normativas estaduais, poderá criar canais de comunicação mais fluentes entre os diversos atores e interesses, desde o planejamento do uso do solo às expectativas para futuros programas e projetos inseridos para as bacias e sub-bacias hidrográficas.

Contudo, ressalta-se a importância do estabelecimento de “Locais de Referências” para o estudo dos critérios e padrões, das metas ou objetivos de qualidade da água (classes) tão amplamente desenvolvida como estratégia de gestão ambiental. A vantagem desse enfoque consiste na utilização de espaços referenciais, que são aqueles com baixos índices de antropização ou alteração, para a visualização comparativa do estado ecológico das unidades de planejamento. A Bacia Hidrográfica do Purus torna-se local propício para o amparo de estudos voltados para a qualidade das águas amazônicas, pois, formada por vários matizes hidromorfológicos, apresenta baixo impacto antrópico comparado aos múltiplos prognósticos de interesses hídricos e econômicos para essa região, além de sua vocação pesqueira.

Dessa forma, a principal preocupação deste estudo é discutir a utilização da Resolução CONAMA Nº 357/05 para a classificação das águas no contexto Amazônico, bem como, a validade do Enquadramento Classe 2 para as águas superficiais das unidades da federação que não possuam definidos a classificação de seus corpos d'água. Por conseguinte, a legislação leva a inúmeros equívocos, inclusive na definição de critérios para a liberação dos licenciamentos ambientais de empreendimentos de médio a grande porte no Estado do Amazonas. Por isso, propõe-se uma avaliação desse instrumento de planejamento com o fito de fomentar um debate mais amplo e subsidiar, quando possível, mudanças na legislação de forma a melhor adequá-la à realidade regional.

Assim, o trabalho foi organizado dentro da seguinte estrutura: na revisão da literatura, os subcapítulos do trabalho seguiram uma sequência motivada pela visão tríade¹ do debate, onde a temática “águas superficiais” pudesse ser contemplada em suas variadas nuances imbricada com a discussão da aplicabilidade do Enquadramento para as águas Amazônicas. No primeiro subcapítulo procurou-se explicar a necessidade do conceito de bacia hidrográfica e ciclo hidrológico para a funcionalidade das águas superficiais; a caracterização dos usos e das qualidades físicas, químicas e biológicas da água e a importância das Resoluções do CONAMA para a classificação hídrica descrita a partir do histórico dessa legislação no Brasil. No segundo, procurou-se inserir “o homem amazônico” na discussão de forma a contagiar sua participação nos debates para o enquadramento e no terceiro subcapítulo foi proposta uma descrição dos arranjos institucionais para a inserção do enquadramento dos corpos d’água tanto no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Sistema Macro) quanto para o Estado do Amazonas (Sistema Micro).

Em Materiais e Métodos optou-se, primeiramente, pela descrição das características gerais da Bacia do Purus seguida do detalhamento de informações relativas à área da pesquisa. O método escolhido foi a do teste de hipótese, com utilização do teste estatístico “teste t” para a validação de hipóteses da pesquisa. Utilizou-se também a relação bibliográfica de estudos voltados para análise de dados limnológicos das águas amazônicas com o objetivo de ratificar os resultados do teste.

¹ Visão sob o ponto de vista ecológico, social e jurídico.

1.1 HIPÓTESES

1. As águas da Bacia do Rio Purus possuem características semelhantes às águas naturais da região, com baixo impacto antrópico;
2. As águas naturais da região devem ser enquadradas em: Classe Especial ou Classe 1;
3. A classificação da Resolução do CONAMA 357/2005 não é adequada às especificidades das águas da região;

1.2 OBJETIVO GERAL

Avaliar a aplicabilidade da Resolução do CONAMA Nº 357/2005 para o enquadramento dos corpos d'água na Amazônia.

1.2.1 Objetivos Específicos

- a) Verificar se as águas da bacia do Rio Purus na parte da Amazônia Brasileira Ocidental podem ser utilizadas como referenciais para as águas naturais da Amazônia;
- b) Comparar os parâmetros de qualidade das águas da Bacia do Rio Purus com os padrões estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005 a fim de verificar a aplicabilidade desta normativa para o enquadramento das águas da região.
- c) Discutir a aplicabilidade da legislação na região Amazônica.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 AS ÁGUAS SUPERFICIAIS EM SUAS DIFERENTES DIMENSÕES

A água é o bem essencial para toda a vida no planeta. Sua presença é vital para as principais atividades humanas, desde a simples necessidade de dessedentação até as mais complexas atividades industriais. Recurso de valor inestimável apresenta um volume total na Terra de aproximadamente 1,4 bilhão de km^3 , dos quais apenas 2,5%, ou cerca de 35 milhões de km^3 correspondem à água doce, que se encontra distribuída parte em forma de gelo ou neve permanente na Antártida e na Groenlândia, em aquíferos (águas subterrâneas profundas), lagos, rios, umidade do solo e bacias de águas subterrâneas de relativa profundidade (PNUMA, 2004).

Embora considerada bem natural renovável, apresenta grande déficit em algumas regiões do planeta, sendo que aproximadamente um terço da população mundial vive o chamado “stresse hídrico” entre moderado e alto (demanda superior a 10% dos recursos renováveis de água doce). Para o ano 2025 estima-se que sua extração alcance níveis elevados, principalmente em relação aos setores agrícola, doméstico e industrial; salienta-se, entretanto, que embora o setor agrícola seja o que demandará os maiores percentuais de volume captado, pouco desse total efetivamente retornará aos rios.

Como mostra a figura 1 comparando-se o volume de água utilizado pelo homem no início do século XX, aproximadamente $500 \text{ km}^3/\text{ano}$, com o início século XXI cujo valor foi de $4000 \text{ km}^3/\text{ano}$ e o ano de 2025, verifica-se na linha que representa os valores totais a ocorrência de um aumento de captação em torno de oito vezes em cem anos, e em menos de vinte e cinco anos uma previsão de captação célere em torno de $1000 \text{ km}^3/\text{ano}$. Os prognósticos das Nações Unidas para 2020 também revelam a necessidade de aumentos de

40% nos usos da água com um adicional de 17% para a produção de alimentos (PNUMA, 2004). Tudo isso, reflete os desafios de cenários gerados por demandas crescentes onde a importância em satisfazer apenas as necessidades humanas de água sempre desempenhou papel imprescindível na gestão de políticas públicas e de um modo geral, reflete também a necessidade da aplicação dos conhecimentos da dinâmica dos fluxos ambientais e naturais dos sistemas hídricos.

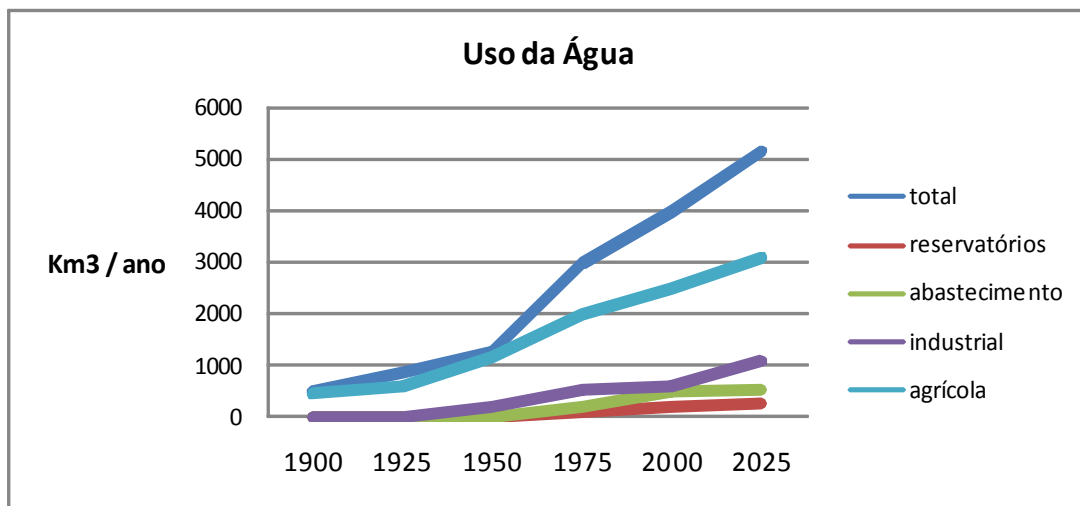


FIGURA 1. Evolução do volume de água utilizado por diversos setores ao longo dos anos.
 Fonte: SETTI, 2001
 Org. Débora Gama

As águas, segundo o Ordenamento Jurídico Internacional são classificadas em externas e internas. As externas são constituídas pelo mar territorial, a zona contígua, zona econômica exclusiva e o alto-mar, e as internas por aquelas de domínio eminentemente nacionais que correm em o seu território ou divisam limites transfronteiriços tais como rios, lagos, aquíferos, mares interiores, baías, golfos e estuários. Ressalta-se que o direito internacional em seus Tratados e Conferências – específicos a determinados temas ou gerais - exerceu papel preponderante na observação dos princípios aplicáveis à água e ao meio ambiente na legislação brasileira. No caso das águas internas, ou seja, das águas doces, essas

fazem parte do sistema das águas superficiais, encontradas na crosta nas formas fluentes, emergentes e em depósitos (GRANZIERA, 2001; SIRVINSKAS, 2003; MEIRELLES, 2005).

Os sistemas de águas superficiais e subterrâneas formam os mananciais que são fontes de água encontradas na natureza, atendendo aos mais diversos usos e necessidades. Dessa rede interdependente, as águas doces superficiais são as principais fontes hídricas para uso humano, formando reservas de corpos d'água próximos à superfície da terra dos quais os rios destacam-se como elemento de maior interconectividade com as atividades antrópicas. Esses sistemas fluviais conformam-se em torno dos espaços territoriais, edáficos, climáticos, geográficos e políticos contidos em sistemas maiores denominados de Bacias hidrográficas. Daí a importância em não apenas visualizá-lo e/ou defini-lo como um simples curso de água, mas, acima de tudo, dentro de um contexto maior com a verificação de seus elementos constituintes (GRANZIERA, 2001).

2.1.1 A importância conceitual das bacias hidrográficas e do ciclo hidrológico para as Águas Superficiais

A definição de bacia hidrográfica perpassa pela construção de uma abordagem que avalie de forma sistemática a associação entre os seus diversos elementos estruturantes. Para isso, tomam-se, primeiramente, os seguintes conceitos: segundo Odum a bacia hidrográfica tende a ser observada como um sistema aberto cujos processos dependem de fluxos e ciclos interdependentes; do ponto de vista da Lei nº 9433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, em seu Art. 1º; inciso V – a bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; no discorrer conceitual de Granziera sobre bacia hidrográfica destaca-se o de Colliard (1968) “*a noção de bacia fluvial significa o conjunto*

constituído por um rio, seus afluentes e mesmo as águas subterrâneas, formando o que se chama de sistema hidrográfico”. A discussão *a priori* deve envolver os mais variados prismas conceituais de forma a garantir o desenvolvimento de um nível de compreensão que abrigue modelos mais sustentáveis para os programas de gerenciamento de recursos hídricos dentro de uma visão macro, onde a bacia hidrográfica é considerada como um todo morfofisiológico (dando ênfase a usos e expectativas do planejamento como unidade de aplicação dos projetos e programas; e micro, com seu acervo hídrico, suas linhas de água (margem, leito, galeria florística) em suas características físico, químico e ecobiológica (ODUM, 1988; BARTH & BARBOSA, 1999; GRANZIERA, 2001; PEREIRA, 2001).

Entretanto, cabe expor outras considerações que devem ser mencionadas para ensejar um enfoque relativo aos divisores de água e os limites políticos e administrativos das bacias e sub-bacias hidrográficas. Inicialmente, Mendonça explica sob um ponto de vista geomorfológico, que bacias hidrográficas são separadas por “*cadeias hidrográficas que as limitam e cuja linha de divisão das águas, é o “divortium aquarium” dos romanos. A linha mais funda é o talvegue*” (MENDONÇA *apud* GRANZIERA). Por outro lado, em casos de aproveitamentos compartilhados, Setti enfatiza o entendimento acerca da contextualização de bacia hidrográfica quando reproduz os conceitos de Charles Rousseau (SETTI, 2000).

“O conceito mais simples refere-se ao conjunto hidrográfico formado pelo rio e seus afluentes. Essa fórmula foi criada pelo Tratado de Jay de 19/11/1794 entre os EUA e Grã-Bretanha, consagrou-se no continente americano, no século XIX, onde a liberdade de navegação é concebida para o rio e seus afluentes [...] A segunda noção tratada é a bacia de drenagem adotada pela Associação de Direito Internacional, no art.2 das Regras de Helsinki – 1966. Nesse documento, a bacia hidrográfica é concebida como uma zona geográfica estendendo-se por dois ou mais Estados, e determinando seu limite da superfície de alimentação do sistema de águas que correm para uma foz comum [...] A terceira noção, mais evoluída, é a da bacia integrada, consolidada pela Associação do Direito Internacional, em Sessão de Dubrovnik (Iugoslávia), em 1956, ponto 8, estabelecido pelo relatório do Comitê de Experts da ONU, instituída pelo Conselho Econômico e Social, de 3/5/56. Na bacia integrada, os Estados ribeirinhos devem, mediante cooperação, assegurar a exploração completa dos recursos hidráulicos da bacia, de modo a que todos os interesses possam tirar o máximo de benefícios [...] vale mencionar a Resolução adotada na conferência de Madri, de 1976 [...] o poder dos estados sobre os recursos hídricos compartilhados somente se concretiza através do direito de uso equitativo e razoável, mediante negociação convencional dos fatores relevantes no sistema que se compartilha.” (ROUSSEAU, 1980).

Vale acrescentar à discussão dos conceitos, os critérios adotados internacionalmente para a divisão de cursos de água limítrofes a duas ou mais nações soberanas e que se encontrem inclusos em regiões contidas em uma mesma bacia de drenagem. Segundo Setti a fronteira fluvial deve ser orientada a partir de duas correntes teóricas: a primeira é intitulada-se “*linha média entre águas*” onde a linha fronteira passa pelo meio geométrico do rio em seu nível normal – essa divisão não é razoável para a navegabilidade quando a corrente tender para uma das margens, favorecendo somente a um dos estados ribeirinhos; a segunda teoria é “*linha do canal de navegação*” ou “*Talvegue*” adotado para correntes navegáveis e que permite o usufruto igualitário do rio e.g. o acordo realizado entre Brasil e Peru para o rio Purus. Ainda que prevaleça o tradicional posicionamento dessas duas proposições, pode ser acordado ainda o uso das “*linhas de equidistância*”, utilizada na determinação de fronteiras tais como as dos rios Guaporé, Mamoré e Madeira. Enfim, o critério a ser adotado deve seguir, antes de tudo, o bem comum em observância às complexidades e dimensões dos sistemas fluviais pertencentes às nações ribeirinhas (SETTI, 2000).

Dessa forma, constata-se que mesmo diante de negociações internacionais, as particularidades da bacia hidrográfica devem ser levadas em consideração, pois os corpos d’água inseridos no espaço físico pertencem ao sistema como um todo e não somente às divisões políticas. Tucci salienta a importância do conceito de seção fluvial para a definição da bacia hidrográfica, é claro que os rios como os demais corpos d’água fazem parte de uma malha de águas superficiais inseridas em um contexto hídrico e envolvidas sinergicamente de forma a sofrerem os impactos diretos e indiretos acumulados ou não naquela unidade de planejamento (TUCCI, 2006). Advém, conseqüentemente, a preponderância dos dimensionamentos jurídicos, políticos e econômicos em considera - lá como espaço dinâmico e estratégico para os planejamentos integrados de teor supra e inter-regional.

Nesse esforço, a Agência Nacional de Águas (ANA) vem desenvolvendo um conceito de bacia hidrográfica fundamentado na construção de uma base hidrográfica “Ottocodificada”. Com efeito, essa metodologia atende à proposta do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, em criar um sistema de modelagem e informações geoespaciais para as redes hidrográficas. O processo consiste no tratamento topológico dessas redes, onde é permitida a combinação e retirada de informações a jusante e a montante de cada trecho estudado (ANA, 2006).

Outro conceito importante de bacia hidrográfica é o de Barth (1999) que as considera como coletoras das águas pluviais, assim definidas como uma área de drenagem contida pelo divisor de águas que de acordo com a topografia do lugar escoará as águas das chuvas conformando sua vazão para uma única saída. Ora, essa determinação implica na importância dos ciclos hidrológicos para todo recorte espaço-temporal das bacias hidrográficas em níveis macro e micro de observação.

A figura 2 mostra o movimento cinético do ciclo hidrológico determinado pelo aporte físico da energia solar que o impulsiona pela evaporação da água do mar, dos lagos, dos rios e da superfície da terra, transportados através do vento e precipitando-se, de acordo com condições favoráveis, em forma de chuvas, neve ou gelo. A partir daí desloca-se pela superfície onde parte será escoada para os rios e outras reservas superficiais e outra parte se infiltrará no solo, percolando até as reservas subterrâneas (aquíferos). As plantas (através da evapotranspiração), a superfície da terra e as lâminas d’água devolvem para atmosfera grande quantidade de água em forma de vapor reiniciando todo o ciclo (PORTO *et al.*, 1991; BARTH, 1999; TUCCI, 2006).

O mecanismo funciona como se fosse um grande destilador e a água é encontrada “pura” somente na evaporação, pois quando ocorre a condensação, certas impurezas e alguns

gases são acumulados nas gotas das chuvas que ao alcançar a superfície são dissipados. A água, então, adquire outras substâncias que serão carregadas tais como cálcio, magnésio, sódio, bicarbonatos, cloretos, sulfatos e nitratos. Entretanto, como os ciclos hidrológicos apresentam renovabilidade das reservas hídricas esse processo torna-se vulnerável em decorrência da entrada de elementos potencialmente degradantes, principalmente oriundo de ações antrópicas (PORTO *et al.*; 1991).

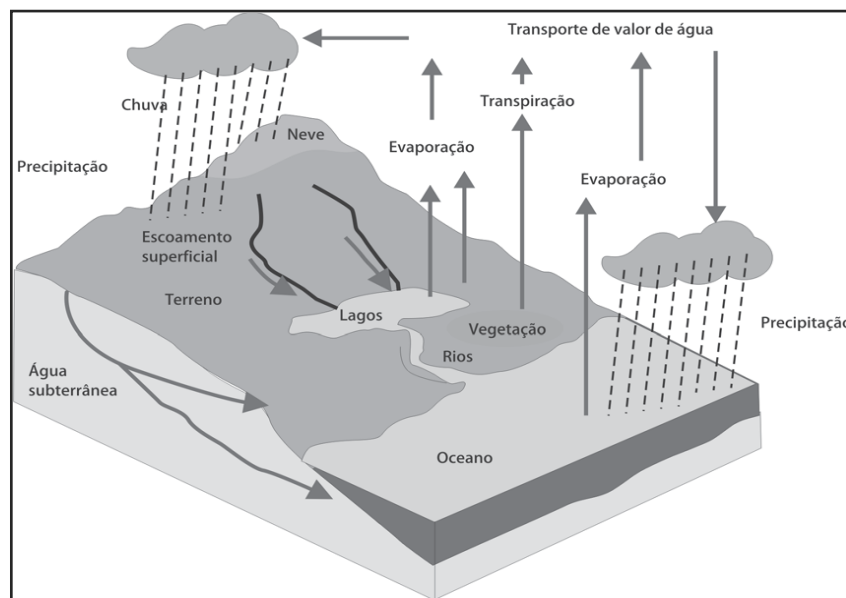


FIGURA 2. O ciclo hidrológico. Fonte: TUCCI, 2006

Porto (1991) ratifica isso quando explica que a composição da chuva varia de acordo com a localização geográfica “do ponto de amostragem”, i. e., em caso de interceptação, as amostras de água serão determinadas segundo fatores como condições climáticas, presença ou não de sistemas florísticos (preponderante no balanço dos fluxos de energia e de água), introdução de poluentes e contaminantes e/ou no fator da continentalidade, ou seja, em áreas próximas aos oceanos a água da chuva apresenta elevadas concentrações de elementos como sódio, potássio, magnésio, cloro e cálcio, característicos de ambientes marinhos, em

contrapartida em áreas mais adentro do continente as chuvas contém elementos de origem terrestres como partículas de solo com sílica, alumínio e ferro e outros de origem biológica como nitrogênio, fósforo enxofre².

Nesse ponto retoma-se a discussão conceitual de bacias hidrográficas para se verificar a importância da indissociabilidade das águas superficiais integrantes do contexto morfofisiológicos dos ciclos hidrológicos dessas unidades e os sistemas dos fluxos pluviais. Deve ser enfatizado que as precipitações são elementos importantes na definição climática, pois correlacionam sua distribuição espaço/temporal com as características da vegetação, bem como contribuem até certo ponto com a poluição difusa ao carrearem alguns elementos poluentes de uma região para outra (ANA, 2003). De acordo com Porto, “*a composição da água da chuva tem grande influência sobre a qualidade das águas superficiais*”, isso confirma a necessidade real de se considerar as análises qualitativas das águas pluviais dos fluxos cíclicos em estudos que orientem as futuras negociações de instrumentos de planejamento tal como o enquadramento de trechos ou seções, a jusante ou a montante, dos diferentes corpos d’água³. A qualidade hídrica superficial está, então, na dependência direta do clima, da litologia, da vegetação, do ecossistema aquático e ação antropogênica, tudo na ambiência das bacias hidrográficas. O grau de complexidade dessas unidades de planejamento dependerá do tamanho desses ambientes. No caso da Amazônia e sua malha fluvial as condições para se obter estudos hidrológicos são difíceis e de grande amplitude. Estudos de Salati (1983) demonstraram a variabilidade climática da região e a distribuição irregular das precipitações tendo como média geral 2.200 mm anuais, perfazendo o total de água líquida em torno de 12×10^{12} m³ ano. A figura 03 mostra de forma simples o modelo explicado por Salati para a recirculação de água na faixa central da bacia Amazônica (SALATI, 1983).

² Ibid., p.30.

³ Ibid., mesma página

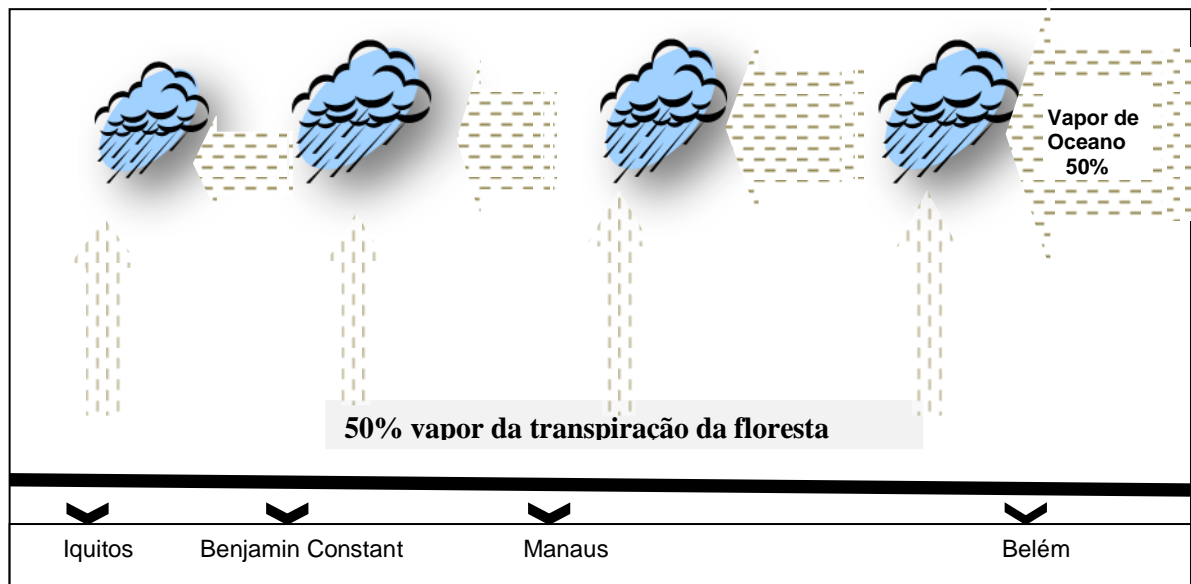


FIGURA 3. Esquema do ciclo hidrológico da bacia Amazônica.

Fonte: adaptado de Salati, 1983.

Org. Débora Gama

Na Amazônia aproximadamente 50% do vapor d'água que produz chuvas vem do oceano Atlântico com ventos vindos do leste e os outros 50% são resultantes da evapotranspiração da própria floresta. Isso demonstra a vantagem da cobertura florística na bacia e como ela influencia diretamente a interceptação pluvial de forma a reter nos solos a água necessária para a evaporação e infiltração. Por isso, qualquer alteração em grande e média escala como o desmatamento, acarretará distúrbios em todo o processo evidenciando modificações desde o tempo de permanência da água na bacia, com déficits hídricos, até profundos desequilíbrios nos ecossistemas, influenciando direta e indiretamente a qualidade das águas superficiais (SALATI, 1983).

2.1.2. Os diferentes usos da água e sua caracterização física, química e biológica

Na bacia hidrográfica as águas superficiais, principalmente dos sistemas fluviais, desenvolvem atividades humanas que as utilizam para múltiplas finalidades, inclusive de

recepção, diluição e assimilação de esgotos urbanos, de efluentes industriais e de rejeitos agrícolas. Esses usos podem ser *consuntivos* - abastecimento urbano, industrial e irrigação - que registram perdas por evaporação, infiltração no solo, evapotranspiração, absorção pelas plantas e incorporação a produtos industriais, e *não consuntivos* - geração hidrelétrica e navegação fluvial - que não afetam a quantidade da água disponível (MOTA, 2006).

Nesse contexto, o estudo do balanço entre a disponibilidade e a demanda de água para os diversos fins indica além da situação hídrica de escassez ou de relativa abundância na bacia hidrográfica, o melhor direcionamento de estratégias que busquem equacionar problemas gerados pelo uso compartilhado. Para isso, deve ser considerada a elaboração dos objetivos para critérios de qualidade hídrica esperada, avaliando-se os fatores econômicos, técnicos e outras implicações relacionadas aos anseios esperados para seu consumo (ENDERLEIN *et al.*, 1997). No Quadro 1 podem-se observar as diversas finalidades e usos da água distribuídos de forma a mostrar os seus diferentes fatores limitantes tais como requisitos de qualidade, percentuais de consumo e os efeitos esperados.

Em cada uso deve ser levado em consideração o grau de exigência requerido e as características qualitativas da água para uma determinada atividade. De acordo com Branco (1991) essa característica não se reporta a um grau de pureza absoluto, mas a uma condição mais próxima possível do estado natural encontrada nas nascentes ou rios sem o contato humano. Essa preocupação se reflete, também, na forma como os legisladores contemplaram a Lei das Águas, pois, segundo o capítulo II, art. 2º; inciso I um dos objetivos da lei é assegurar a disponibilidade da água para as futuras gerações, garantindo o seu uso em padrões de qualidade adequados. Ocorre ainda, portanto, a defesa de um sentido mais restrito à questão econômica do uso, sendo necessário uma retomada nesse sentido da construção e adoção de valores mais ecossistêmicos e culturais empregados na negociação com a comunidade usuária como um todo.

QUADRO 1. Usos da água.

Forma	Finalidade	Tipo de Uso	Uso Consuntivo	Requisitos de Qualidade	Efeitos nas Águas
Com derivação das águas	Abastecimento Urbano	Abastecimento doméstico industrial, comercial e público	Baixo, de 10% sem contar as perdas na rede	Altos ou médios, influenciando no custo do tratamento	Poluição orgânica e bacteriológica
	Abastecimento industrial	Sanitário, de processo, Incorporação ao produto, refrigeração e geração de vapor	Médio, de 20% variando com o tipo de uso e de indústria	Médios, variando com o tipo de uso	Poluição Orgânica, substâncias tóxicas, elevação de temperatura
	Irrigação	Irrigação artificial de culturas agrícolas segundo diversos métodos	Alto, de 90%	Médios dependendo do tipo de cultura	Carreamento de Agrotóxicos e fertilizantes
	Abastecimento	Doméstico, dessandatação de animais	Baixo, de 10%	Médio	Alterações na qualidade com efeitos difusos
	Aquicultura	Estações de pisciculturas e outras	Baixo, de 10%	Altos	Carreamento de matéria orgânica
Sem derivação das águas	Geração hidrelétrica	Acionamento de turbinas hidráulicas	Perdas por evaporação do reservatório	Baixos	Alterações no regime e na qualidade e das águas
	Navegação fluvial	Manutenção de calados mínimos e eclusagem	Não há	Baixos	Lançamento de óleo e combustíveis
	Recreação, Lazer e harmonia paisagística	Natação e outros esportes com contato direto, iatismo, motonáutica	Lazer contemplativo	Altos, especialmente recreações de contato primário	Alterações na qualidade após mortandade de peixes
	Pesca	Com fins comerciais de espécies naturais ou introduzidas através de estações de pisciculturas	Não há	Altos, nos corpos de água, correntes, lagos ou reservatórios artificiais	
	Assimilação de esgotos	Diluição, autodepuração e transporte de esgotos urbanos e industriais	Não há	Não há	Poluição Orgânica, física, química e bacteriológica
Usos de Preservação	Vazões para assegurar o equilíbrio ecológico	Não há	Não há	Melhoria da qualidade da água	

Fonte: adaptado de Barth, (1987 *apud* Setti, 2001)

A água como componente natural possui propriedades peculiares que a fazem distinta das demais categorias ambientais, pois adquire características e constituintes diversos, seja por onde flui, circula, percola ou fique estocada. Em Rebouças (2002) os constituintes da qualidade da água são classificados em *maiores ou principais*, quando apresentam teores

superiores a 5mg/l; *menores* em torno de 5-0,01 mg/l e *traços ou micropoluentes* quando são inferiores a 0,01mg/l (. Em relação às suas principais características, para melhor explicitá-las, serão divididas em três categorias: físicas, química e biológica.

1) *Caracterização Física da Água*

a) Cor

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética), devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. Dentre os colóides orgânicos mencionam-se os ácidos húmico e fúlvico, substâncias naturais resultantes da decomposição parcial de compostos orgânicos presentes em folhas, dentre outros substratos. As águas servidas também se caracterizam por apresentarem predominantemente matéria em estado coloidal, além de diversos efluentes industriais contendo taninos (efluentes de curtumes, por exemplo), anilinas (efluentes de indústrias têxteis, indústrias de pigmentos, etc.), lignina e celulose (efluentes de indústrias de celulose e papel, da madeira, etc.). Alguns compostos inorgânicos presentes em diversos tipos de solos, como os óxidos de ferro e manganês, são capazes de provocar os efeitos de matéria em estado coloidal.

A cor é medida em unidades de cor dadas pela escala de platina-cobalto, ou escala Hazen. Essa escala de cores varia desde o amarelo pálido até o marrom escuro e é realizada visualmente pela comparação de uma amostra com uma solução padrão de cloreto de cobalto e cloroplatinato de potássio de cor equivalente a 500 unidades. Outro método é o da espectrofotometria que expressa a cor pelo comprimento de onda dominante na transmissão da luz pelo aparelho chamado de espectrofotômetro (APHA, 1985; PORTO *et al*), 1991).

b) Turbidez

A turbidez refere-se ao grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar a água (esta redução se dá por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, etc. A erosão das margens dos rios em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas e que exigem manobras operacionais, como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares, nas estações de tratamento de águas. Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas, reduzindo conseqüentemente o desenvolvimento de plantas, que pode por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas e afetar adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional da água. A turbidez pode ser medida utilizando o turbidímetro, o nefelômetro e ou disco de Secchi (CETESB, 2008).

c) Odor

A água não deve proporcionar sensação de odor ou sabor. Esta característica relaciona-se com o aspecto estético da água, pois a sensação olfativa desagradável o sabor acre causam desconforto e muitas vezes mal-estar. Os produtos que conferem odor ou sabor podem resultar da composição de matéria orgânica ou de fontes químicas de poluição (PORTO, 1991).

d) Sólidos

As matérias residuais que permanecem após os processos de evaporação, secagem, pesagem ou calcinação de uma amostra de água, a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado, podem ser consideradas como sólidos em suspensão. Em linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água, empregando-se o método analítico quantitativo da gravimetria com o uso da balança analítica.

Os sólidos são classificados em sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis. A separação dos sólidos em suspensão dos sólidos dissolvidos é feita utilizando-se uma película filtrante com poro igual a 1,2 μm , e aquelas partículas retidas são consideradas em suspensão, caso contrário, são consideradas dissolvidas (sua parte fixa é chamada de salinidade). Em relação à volatilidade são assim considerados aqueles que volatizam abaixo de 65°C (PORTO, 1991).

Verificou-se que em estudos de controle de poluição das águas naturais e, principalmente, no controle operacional de sistemas de tratamento de esgotos, algumas frações de sólidos assumem grande importância. Em processos biológicos aeróbios, como os sistemas de lodos ativados e de lagoas aeradas mecanicamente, bem como em processos anaeróbios, as concentrações de sólidos em suspensão voláteis nos lodos dos reatores têm sido utilizadas para se estimar a concentração de microrganismos decompositores da matéria orgânica.

Além disso, podem se sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos, ou também danificar os leitos de desova de peixes. Altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição, além de conferir sabor às águas (CETESB, 2008).

e) Temperatura e Calor Específico

A temperatura da água interfere diretamente em processos biológicos, químicos e bioquímicos, bem como na solubilidade dos gases dissolvidos. Fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade interferem na temperatura superficial.

O controle térmico no meio aquático influencia uma série de parâmetros físico-químicos, pois à medida que a temperatura aumenta de 0 a 30°C, a viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto que a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam a solubilidade de compostos na água. Os organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo (MOTA, 2006; CETESB, 2008).

f) Condutividade Elétrica

É a capacidade da água em conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica.

Em águas naturais, segundo Porto (1991) não há uma relação direta entre condutividade e concentração de sólidos dissolvidos totais devido à variabilidade de substâncias dissociadas e não dissociadas constantes nesse tipo de água; mas em contrapartida, em presença de solos salino essa relação será mais bem definida. Para as águas

das chuvas e águas superficiais os valores de condutividade podem variar bastante, dependendo do local onde de precipitação e da litologia.

2) *Caracterização Química da Água*

a) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

É a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica por ação de bactérias aeróbias. Representa, portanto, a quantidade de oxigênio que seria necessário fornecer às bactérias aeróbias, para consumirem a matéria orgânica presente em um líquido (água ou esgoto). A DBO é determinada em laboratório, observando-se o oxigênio consumido em amostras do líquido, durante 5 dias, à temperatura de 20 °C (MOTA, 2006).

b) Demanda Química de Oxigênio (DQO)

É a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica, através de um agente químico. A DQO mede a quantidade de oxigênio consumido pela matéria orgânica e aponta a presença de esgotos. É determinada em laboratório, em prazo muito menor do que o teste da DBO e para o mesmo líquido, a DQO é sempre maior que a DBO.

c) Oxigênio Dissolvido (OD)

Todos os organismos vivos dependem do oxigênio para suas atividades metabólicas energéticas e para a reprodução. Mesmo em águas em condições normais, o oxigênio é pouco solúvel variando entre 14,6 mg/l a 0° C até 7,6mg/ a 30° C cujo teor de saturação depende da altitude, da temperatura e de sais dissolvidos. Baixos teores de oxigênio dissolvido indicam

elevados níveis de decomposição de matéria orgânica por bactérias aeróbias. Dependendo da capacidade de autodepuração do manancial, o teor de oxigênio dissolvido pode alcançar valores muito baixos, ou zero, afetando os organismos aquáticos aeróbios (PORTO, 1991).

d) Potencial Hidrogeniônico (pH)

Representa o equilíbrio entre íons H^+ e íons OH^- . Varia de 7 a 14 e indica se uma água é ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou alcalina (pH maior do que 7). O pH da água depende de sua origem e características naturais, mas pode ser alterado pela introdução de resíduos. Para um pH baixo a água é corrosiva, em águas com pH elevado tendem a formar incrustações nas tubulações. Muitos peixes e outros animais aquáticos conseguem se manter em águas com o pH iguais ou menores que 5,0, mas a faixa recomendável é entre 6 a 9.

e) Dureza

Resulta da presença, principalmente, de sais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio), ou de outros metais bivalentes, em menor intensidade, em teores elevados. Causa sabor desagradável e efeitos laxativos, reduz a formação da espuma do sabão, aumentando o seu consumo, provocando incrustações nas tubulações e caldeiras. Classificação das águas, em termos de dureza (em $CaCO_3$) (MOTA, 2006):

- a) Menor que 50 mg/1 $CaCO_3$ - água mole
- b) Entre 50 e 150 mg/1 $CaCO_3$ - água com dureza moderada
- c) Entre 150 e 300 mg/1 $CaCO_3$ - água dura
- d) Maior que 300 mg/1 $CaCO_3$ - água muito dura

f) Cloretos

Os cloretos, geralmente, provêm da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar. Podem, também, advir dos esgotos domésticos ou industriais e, em altas concentrações, conferem sabor salgado à água ou propriedades laxativas (MOTA, 2006).

g) Manganês e Ferro

O comportamento do manganês nas águas é muito semelhante ao do ferro em seus aspectos mais diversos, sendo que a sua ocorrência é mais rara. O manganês desenvolve coloração negra na água, podendo-se se apresentar nos estados de oxidação Mn^{2+} (forma mais solúvel) e Mn^{+} (forma menos solúvel). A concentração de manganês menor que 0,05 mg/L geralmente é aceitável em mananciais, devido ao fato de não ocorrerem, nesta faixa de concentração, manifestações de manchas negras ou depósitos de seu óxido nos sistemas de abastecimento de água. Raramente atinge concentrações de 1,0 mg/L em águas superficiais naturais e, normalmente, está presente em quantidades de 0,2 mg/L ou menos (CETESB, 2008).

O ferro aparece principalmente em águas subterrâneas devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água. Solúvel, é encontrado em águas de poços contendo elevados níveis de concentração de ferro. Nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens.

h) Nitrogênio

Apresenta-se na água sob várias formas: molecular, amônia, nitrito, nitrato. É um elemento indispensável ao crescimento de algas, mas, em excesso, pode ocasionar um exagerado desenvolvimento desses organismos, fenômeno chamado de eutrofização; o nitrato, na água, pode causar a metemoglobinemia; a amônia é tóxica aos peixes. São causas do aumento do nitrogênio na água: esgotos domésticos e industriais, fertilizantes, excrementos de animais (MOTA, 2006).

i) Fósforo

O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes: fosfatos orgânicos são formas em que o fósforo compõe moléculas orgânicas, por exemplo, como a de um detergente; os ortofosfatos, por outro lado, são representados pelos radicais, que se combinam com cátions formando sais inorgânicos nas águas e os polifosfatos ou fosfatos condensados são polímeros de ortofosfatos (MOTA, 2006).

O fósforo aparece em águas naturais devido principalmente às descargas de esgotos sanitários. Nestes, os detergentes superfosfatados empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte, além da própria matéria fecal, que é rica em proteínas. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais.

j) Fluoretos

O flúor é o mais eletronegativo de todos os elementos químicos, tão reativo que nunca é encontrado em sua forma elementar na natureza, sendo normalmente encontrado na sua forma combinada como fluoreto. O flúor é o 17º elemento em abundância na crosta terrestre representando de 0,06 a 0,9% e ocorrendo principalmente na forma de fluorita (CaF_2), Fluoroapatita ($\text{C}_{10}(\text{PO}_4)_6$) e criolita (Na_3AlF_6). Porém, para que haja disponibilidade de fluoreto livre, ou seja, disponível biologicamente, são necessárias condições ideais de solo, presença de outros minerais ou outros componentes químicos e água. Traços de fluoreto são normalmente encontrados em águas naturais e concentrações elevadas geralmente estão associadas com fontes subterrâneas (CETESB, 2008).

3) *Caracterização Microbiológica da Água*

Nas questões relativas à saúde pública, a qualidade da água exerce papel fundamental, principalmente, em relação aos agentes considerados patogênicos. A baixa qualidade microbiológica pode provocar diversas enfermidades infecciosas, tais como febre tifoide, gastroenterites, cólera, leptospirose (pelo contato com água contaminada), verminoses, hepatite A, esquistossomose e etc.. Dessas doenças, a maior parte é causada pela ingestão de água contaminada por material fecal oriundas de locais afetados pela falta de condições sanitárias adequadas.

Os principais indicadores de contaminação fecal são as bactérias do grupo coliforme, formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. Todas as bactérias coliformes são gran-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas

temperaturas de 44-45° C com produção de ácido, gás e aldeído (CONAMA N° 357/2005; CETESB, 2008).

4) *Caracterização Biológica da Água*

Pode-se distinguir a presença de três grupos distintos de organismos aquáticos: o plâncton, o bento e o nécton.

a) Plâncton

Os plânctons subdividem-se em fitoplâncton e zooplâncton. O primeiro grupo pertence à comunidade de vegetais microscópicos constituídos, principalmente, pelas algas verdes, diatomáceas, euglenofitos, cianobactérias e algas vermelhas. São indicadores da presença de poluição em mananciais ricos em materiais orgânicos, pois, atestam por meio da eutrofização das águas, a presença de elevados teores de sais nutrientes que acarreta o crescimento excessivo de organismos heterótrofos, exemplo as algas. O segundo grupo pertence à comunidade de animais microscópicos distribuídos em toda uma coluna de água de forma estratificada e/ou em migração, pois, apesar de se locomoverem, deixam-se deslocar pelas correntes em meio líquido. Os principais organismos desse grupo são os protistas não fotossintetizantes, diversas classes de crustáceos, platelmintos, gastrotríqueos, larvas de insetos. Podem também indicar eutrofização de mananciais, poluição industrial e orgânica e contribuem para os estudos ecológicos (ESTEVES, 1998).

b) Bento

A comunidade bentônica corresponde ao conjunto de organismos que vive todo ou parte de seu ciclo de vida no substrato de fundo de ambientes aquáticos. Os macroinvertebrados (invertebrados selecionados em rede de 0,5mm) que compõe essa comunidade têm sido sistematicamente utilizados em redes de biomonitoramento em vários países, devido à sua ocorrência em todo tipo de ecossistema aquático. Exibem ampla variedade de tolerância a vários graus e tipos de poluição; possuem baixa motilidade e estão continuamente sujeitos às alterações de qualidade do ambiente aquático, inserindo o componente temporal ao diagnóstico e, como monitores contínuos, possibilitam a avaliação em longo prazo dos efeitos de descargas regulares, intermitentes e difusas, de concentrações variáveis de poluentes, de poluição simples ou múltipla e de efeitos sinérgicos e antagônicos de contaminantes (CETESB, 2008).

c) Nécton

É constituído pelos organismos capazes de nadar ativamente contra as correntes. Pertencem a esse grupo os peixes, mamíferos aquáticos crustáceos e moluscos cefalópodes. O maior grupo de nectônicos é formado pelos peixes constituindo cerca de vinte mil espécies das quais mais de oito mil são comerciáveis, distribuídos em 29% em águas doces e 71% nos oceanos. Indica por meio da bioacumulação de substâncias persistentes, a qualidade ambiental de corpos d'água (ESTEVES, 1998).

2.1.3 A Resolução CONAMA nº 357/2005 e sua importância para a qualificação das águas superficiais

Um dos principais desafios do manejo hídrico é o gerenciamento equitativo entre a necessidade econômica da água e a questão da indissociabilidade dos aspectos qualitativos e quantitativos. Porém antes dessa discussão, é necessário fazer uma pequena explanação sobre a noção da água como recurso natural e ambiental. Segundo Shirota (2002) a diferença entre esses dois termos é relevante, pois do ponto de vista econômico os bens naturais são aqueles utilizados como “*insumos no processo produtivo*”, i. e, a água nesse caso teria valor para os diferentes usos, incorporada às cadeias produtivas e/ou ao consumo final das pessoas. Como recurso ambiental, entretanto, entende-se por aqueles que são usufruídos diretamente da natureza sem qualquer transformação, a água seria um recurso dotado, não em sentido da fruição econômica, mas no sentido cultural, estético ou panorâmico.

Nesse ponto, nota-se de que forma os objetivos fundamentais dos critérios da qualidade hídrica podem moldar a sequência das políticas para a gestão hídrica. Na visão economicista os bens são discutidos dentro do enfoque das condições potenciais exploratórias e seus usos serão enquadrados segundo um conjunto de critérios previamente estabelecidos de acordo, é claro, com o pacto sociopolítico do país. Esses *critérios* são entendidos como um conjunto de valores cientificamente comprovados, por seus efeitos no meio ambiente, e designados para servir de suporte na construção de objetivos, presentes e futuros, para as políticas públicas, razão, por outro lado, para o estabelecimento legal de *padrões* como *valores-limite* para o atendimento, por exemplo, do enquadramento dos usos para a extensão ou trecho de determinado recurso hídrico (PORTO 1991; ENDERLEIN, 1997).

A Lei das Águas (Lei nº 9433/97 - Política Nacional de Recursos Hídricos), no Cap. I, art. 1º; inciso II toma como fundamento a água como recurso natural limitado, dotado de valor

econômico e delinea como suporte para suas ações gerais no Cap. III, art. 3º; inciso I, a gestão dos recursos hídricos sistemático sem a dissociação qualitativa e quantitativa (ABEAS, 2002). O perfil adotado nesse documento deixa explícito o posicionamento da lei brasileira frente à problemática ambiental dos recursos hídricos, isto consoante a uma série de acordos internacionais dos quais faz parte. Assim, a preocupação com os aspectos quantitativos e qualitativos coaduna com a matriz da sustentabilidade, em contrapartida à da busca pelos aspectos da gestão econômica da água.

Contudo, a noção da qualidade da água ainda é recente, pois fora a partir da veiculação hídrica de doenças que as sociedades começaram a se mobilizar no estabelecimento de critérios e medidas de controle que dessem melhor desempenho para os diferentes corpos d'água. De acordo com Branco (1991), somente a partir de 1847, com as reformas introduzidas na Inglaterra por Chadwick⁴, muitas práticas sanitárias foram disseminadas nos Estados Unidos e Europa, principalmente, no que diz respeito à instalação de sistemas de descargas e remoção dos dejetos por via líquida. Importante ressaltar a iniciativa primordial do esforço para ordenamento sanitário, infelizmente com a precariedade do momento e a falta de apoio sofrida, essas medidas implantadas por Chadwick não resultaram em grandes modificações, muito pelo contrário agravou em longo prazo a poluição hídrica dos rios ingleses

A essas primeiras tentativas foram seguidas pelo estabelecimento em 1868, na Inglaterra, de critérios de qualidade hídrica, considerados os pioneiros. Primeiramente, baseados em parâmetros biológicos com objetivos precípuos de comparar águas qualificadas como limpas com as consideradas contaminadas, mais tarde foram utilizados outros métodos

⁴ Advogado e reformador da saúde pública. Nascido em 1800 perto de Manchester na Inglaterra, introduziu reformas durante a sua curta carreira na saúde pública, melhorou esgotos e sistemas de abastecimento de água necessária para acomodar o crescimento populacional associado com a Inglaterra da Revolução Industrial. Cabe a ele o desenvolvimento da primeira lei de saúde pública.

inclusive os baseados em critérios químicos. Nota-se o surgimento do primeiro anseio de classificação das águas meramente no sentido de proteção sanitária para, no entanto, albergar o uso exigente do futuro capitalismo industrial. Entretanto, somente a partir do século XX ocorrem incrementos em estudos voltados para o aperfeiçoamento de critérios cada vez mais científicos, alavancando grandes avanços no estabelecimento de classificação hídrica. Um dos primeiros documentos elaborados fora para o estado da Califórnia, trabalho pioneiro de Mckee e Wolf em 1963. Na década de setenta a Agência Americana de Proteção Ambiental – EPA (Environmental Protection Agency) passou a publicar documentos com a relação de critérios para qualidade hídrica e das concentrações e limites dos principais poluentes. Assim o faz periodicamente dado a magnitude com que aparecem novos poluentes a cada ano (BRANCO, 1991; PORTO, 1991; GORGULHO, 2000).

No Brasil a questão da qualidade da água foi pontilhada por peças setoriais legisladoras e regulamentadoras havendo apenas a preocupação relativa à saúde pública ou aos direitos de propriedade, até meados do século XX. Contudo, considera-se como marco para a legislação específica dos recursos hídricos o decreto nº 24.643/34 de 10 de julho de 1934, denominado “Código de Águas”⁵. Embora tenha regulamentado alguns institutos jurídicos como “águas públicas” e tenha servido como instrumento de comando-controle por algum tempo para a proibição e contensão da degradação dos recursos hídricos (Título VI, Águas Nocivas; Cap. Único, art. 109 a 116), sua articulação centralizou-se basicamente na água como insumo hidroenergético. Segundo Granziera (2000), o código das águas “... *estabeleceu uma política bastante avançada para a época. No entanto, sua regulamentação se limitou aos aspectos referentes ao desenvolvimento do setor elétrico...*”. Em meados do ano 1961 foi promulgado o decreto federal nº 50. 877, primeira legislação federal específica sobre poluição das águas. Seu conteúdo apresentava alguns contornos sobre a classificação

⁵ Elaborado pelo eminente jurista Alfredo Valladão

águas segundo seus usos preponderantes, a exigência do tratamento dos resíduos líquidos, sólidos ou gasosos, antes do seu lançamento em águas interiores ou litorâneas e percentuais poluição consideradas permissivas (BRANCO 1991).

Entretanto, mesmo com esse decreto, até a década de setenta a preocupação com os recursos hídricos ainda continuava incipiente e descentralizada. Mas em 1976, foi publicada a Portaria nº 013, do Ministério do Interior considerado o primeiro instrumento normativo sobre a classificação de águas no País, fixando padrões de qualidade e parâmetros a serem respeitados para cada classe e uso a que se destina. Posteriormente foi acrescido pela Portaria nº 536 que estabeleceu os padrões de qualidade para fins de balneabilidade e recreação de contato primário das águas superficiais em território brasileiro (BRANCO, 1991; ANA, 2002)

No cenário internacional, as primeiras discussões fervilhavam com a necessidade de um novo posicionamento para a gestão de recursos hídricos culminando com a realização da Conferência das Nações Unidas sobre a água, na cidade de Mar del Plata em março de 1977, na Argentina. Foi o primeiro encontro mundial voltado para as questões da problemática dos recursos hídricos e estabeleceu um “Plano de Ação” designado como o “Plano de Ação de Mar del Plata”, considerado o mais completo documento referencial sobre recursos hídricos, até a elaboração do capítulo específico sobre a água da Agenda 21 (ANA, 2002).

A partir da década seguinte, no Brasil, as intenções de fomentar novos avanços e reformas cada vez mais significativas na política ambiental do país, contribuíram para a formulação e promulgação da Lei nº 6.938/81, regulamentada pelo decreto nº 99.274/90, criando a Política Nacional do Meio Ambiente e Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Muito importante é ressaltar que um dos instrumentos da Política Nacional, art.9º, inciso I, estabelece padrões de qualidade ambiental, normas ou resoluções baixadas futuramente pelo CONAMA. Em 1983, foi realizado em Brasília o “Seminário Internacional sobre Gestão de Recursos Hídricos, promovido Departamento Nacional de Águas e Energia

Elétrica, Ministério de Minas e Energia (DNAEE/MME), Secretaria Especial do Meio Ambiente⁶ (SEMA – futuro IBAMA) e pelo Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/SEPLAN), o qual contribuiu de maneira significativa para a inclusão de dispositivo legal na Constituição Federal de 1988, tendo em vista a instituição do sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e a definição de seus critérios de outorga de direito de uso, sob a competência da União (ANA, 2002; SIRVINSKAS, 2003).

Com a ampliação dos debates e um enfoque mais participativo, onde se procuraram agregar vários segmentos sociais aos setores técnicos do governo, as recomendações do “Plano de Ação de Mar del Plata”, ocorrido dez anos antes, começou a germinar um novo perfil de gestão para os recursos hídricos. Isso foi confirmado no VII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, realizado na cidade de Salvador em 13 de novembro de 1987, que originou a “Carta de Salvador”, documento manifesto da Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH). Nele uma série de pontos fundamentais foi exaltada, tais como os usos múltiplos, descentralização e a participação, a criação do sistema nacional de recursos hídricos, a modernização da legislação, a capacitação do setor e o sistema de informações e a política nacional de recursos hídricos. Somente em 1991 o poder executivo elaborou o projeto de lei que instituiu a política Nacional de Recursos Hídricos, criando também o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos hídricos e em 8 de janeiro de 1997, foi sancionado a Lei nº 9433/97. Esta ficou conhecida como a “Lei das águas” que teve sua estrutura institucional e os seus instrumentos de planejamento baseados em princípios do sistema francês (LEAL, 1998; ANA, 2002 & 2003).

Com a criação do CONAMA, órgão deliberativo e consultivo do Sistema nacional do Meio Ambiente cuja competência está definida no art. 8º da Lei 6938/81, o estabelecimento

⁶ A Lei nº7. 804 de 18/7/89 criou o IBAMA com a fusão do SEMA, IBDF, SUDHEVEA e SUDEPE (SETTI, 2000).

de normas, critérios e padrões relativos à qualidade ambiental foram regulamentadas e finalmente em 18 de junho de 1986 saiu a edição da Resolução CONAMA nº 20/86 que trouxe a classificação das águas em doces, salobras e salinas, os padrões de qualidade hídricos (com parâmetros físicos, biológicos e químicos) com seus respectivos usos preponderantes distribuídos em nove classes e os teores máximos permitidos de substâncias químicas potencialmente prejudiciais. Essa resolução permaneceu em vigor durante quase vinte anos, porém, com a Lei nº 9.433/97 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos regulamentando o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal a estrutura jurídica ficou mais complexa e representativa proporcionando uma gestão hídrica inovadora com a necessidade da criação de órgãos como o Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH em 1998 e mais tarde a Agência Nacional de Águas – ANA em 2000 (ABEAS, 2002; CONAMA, 2005; ANA, 2003 & 2007).

Com isso, novos conceitos foram sendo desenvolvidos inclusive do planejamento estratégico com metas de progressividade, o gerenciamento integrado, descentralizado e participativo e a determinação da bacia hidrográfica como unidade de planejamento. Desse modo, para o atendimento das finalidades da nova Lei (lei das águas), foi deliberada a Resolução nº 12 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos em Julho de 2000, que trouxe entre seus “*considerandos*” a necessidade do estabelecimento de procedimentos para o enquadramento dos corpos de água em classes segundo os usos preponderantes como uma forma de subsidiar a Política Nacional de Recursos Hídricos e em março de 2005 passou a vigorar a Resolução CONAMA Nº 357 trazendo “... *avanço em relação à Resolução CONAMA nº 20, de 1986, ao considerar que o enquadramento expressa metas finais a serem alcançadas...*” (CNRH, Acesso em 2008; ANA, 2007).

A nova resolução inovou em vários aspectos, fixando para treze as classes de qualidade (vide Quadro 2), estabeleceu metas progressivas e intermediárias, possibilitando a

possível implantação de ETAs (estações de tratamento de esgotos) em etapas; alterou significativamente alguns padrões de emissão de efluentes, principalmente, o nitrogênio amoniacal, permitindo inclusive que os órgãos ambientais possam autorizar o lançamento de efluentes acima das condições e padrões estabelecidos com a observância a determinados requisitos constantes na legislação; passou da vazão $Q_{7.10}$ para a vazão de referência; incluiu conceito de zona de mistura; em cumprimento ao acordo feito na Convenção internacional de Estocolmo proibiu o lançamento de poluentes nela mencionado; estabeleceu em três anos o prazo para ajustamento à norma ambiental sendo prorrogável em até dois anos por meio do Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) com os motivos tecnicamente e excepcionalmente justificados e obrigou aos responsáveis pelas atividades potencialmente ou efetivamente poluidoras a apresentação anual da “declaração de carga poluidora” (FURUKAWA & FILHO, 2005; CONAMA, 2005).

Deve-se ressaltar, no entanto, que a Resolução CONAMA n.º 357/05 alude ao condicionamento da água não só como elemento fundamental à vida, mas a seus usos e seus padrões de qualidade relevantes levando em conta a sua destinação econômica e os custos de tratamento, recuperação e/ou despoluição. O caráter dessa normativa destaca acima de tudo a necessidade do País em ter instrumentos ou mecanismos sociais e de comando e controle. Segundo Porto & Lobato os padrões de qualidade hídrica são formas legais de regulação do controle da poluição, para isso, identificam dois tipos de padrões: o primeiro refere-se à definição de valores limites para o corpo d'água baseados em variáveis indicadoras para diferentes usos; o outro tipo é a padronização das emissões de descargas, i.e., a quantidade limite de efluentes despejados nos cursos de águas para cada atividade ou empreendimento. Entretanto, colocam como fator preponderante a observância das características e os usos locais dos rios em conjunto com suas bacias hidrográficas respectivas (PORTO & LOBATO, 2004).

Do ponto de vista geral, a Resolução do CONAMA nº 357/05 é muito importante como norma basilar federal para a qualificação das águas superficiais, pois expressa os anseios de tratados e acordos esperados para a nação brasileira. Sua preocupação com as necessidades que se fazem urgentes para o país com uma economia em pleno vigor, uma demanda cada vez mais exigente e um crescimento populacional urbano emergente perfaz uma estratégia ambiental com o fito de otimizar os projetos e programas de despoluição e recuperação dos corpos d'água levando em consideração a bacia hidrográfica. Entretanto, Furukawa & Filho colocam como fator preponderante a observância das articulações entre os setores de saneamento e os Comitês de Bacias Hidrográficas e a elaboração de Programas de Efetivação de Enquadramento e no acompanhamento das emissões de efluentes (FURUKAWA & FILHO, 2005).

QUADRO 2. Classes e respectivos usos da água

Resolução CONAMA nº 357, de 2005	
CLASSES	USOS
ÁGUAS DOCES	<p>Especial</p> <ul style="list-style-type: none"> – Abastecimento para consumo humano, com desinfecção; – preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; – preservação dos ambiente aquáticos em unidades de conservação de proteção integral
	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> – abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; – proteção das comunidades aquáticas; – recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; – irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; – proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas
	<p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> – abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; – proteção das comunidades aquáticas; – recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; – irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer com os quais o público possa vir a ter contato direto; – aqüicultura e à atividade de pesca
	<p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> – abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; – irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; – pesca amadora; – recreação de contato secundário; – dessedentação dos animais
	<p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> – navegação; – harmonia paisagística
	<p>Especial</p> <ul style="list-style-type: none"> – preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; – preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas
	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> – recreação contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; – proteção das comunidades aquáticas; – aqüicultura e atividade de pesca
	<p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> – pesca amadora; – recreação contato secundário
	<p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> – navegação; – harmonia paisagística
	ÁGUAS SALINAS
<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> – abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; – irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto 	
<p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> – pesca amadora; – recreação contato secundário 	
<p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> – navegação; – harmonia paisagística 	

Fonte: ANA (2007)
Org. Débora Gama

2.2 OS ASPECTOS SOCIAIS DA ÁGUA E A GESTÃO NOS SISTEMAS HÍDRICOS NA AMAZÔNIA

A água representa para as sociedades uma forma de vida, com simbologias, lembranças, histórias, lendas e etc. De um lado, fala-se de sua gestão, de seus aspectos químicos, físicos e biológicos, de suas considerações econômicas e de seus limites, mas quando tratada sob o ponto de vista das diferentes comunidades ribeirinhas torna-se “*prenhe de significados*” (CUNHA, 2000). Poética, inebria a alma humana com os rituais e mistérios e, como substância constitui cerca de 70% da massa do corpo humano. Assim, de alguma maneira, os homens tentam se relacionar com água seja para sua formatação como recurso ou em seu imaginário como fonte de inspiração, apropriando-se desse elemento vital, e transmigando-o do concreto para o abstrato de forma a adequá-la, muitas vezes, em “*territórios aquáticos*” (WITKOSKI, 2007).

Pesquisa feita pela Agência Nacional de Águas retrata como se realizava o processo de apropriação social da água no Brasil colonial. Registros de documentos históricos e artísticos tais como pinturas, gravuras e fotografias serviram como base para o estudo, sendo verificado, entre outras coisas, que o acesso aos mananciais era muitas vezes limitado a determinadas categoriais sociais, e. g., “*o senhor da Casagrande vendia aos pobres as águas que jorravam do chafariz no interior do sítio*”. Importante notar, entretanto, que os sistemas de vida (usos e costumes), as formas de gestão dos recursos hídricos, utensílios e máquinas eram mantidas ou utilizadas em função da água, e ao passar do tempo sofreram adaptações ou modificações em decorrência das transformações nos diversos usos hídricos. Instrumentos como os chafarizes, rodas d’água, aquedutos, monjolo ⁷, bilhas e moringas guardam um recorte histórico dessas apropriações refletindo intrinsecamente os sistemas de vida nessa fase. Em outro recorte,

⁷ Instrumento colonial primitivo utilizado para socar milho, arroz, café e amendoim. Sua presença se fez em regiões com queda d’água.

reflete também os processos de apropriação com predominância dos espaços geográficos e climáticos em razão da proximidade com os rios, lagos, ribeiros, igarapés, paranás e igapós e os demais corpos d'água superficiais e/ou subterrâneos (ANA, 2007).

Contudo, como elemento social mobilizador relaciona-se apenas com temas que afetam diretamente as sociedades, tais como saneamento básico, atividades turísticas e recreativas, locomoção e como meio de sobrevivência. Nessa tarefa torna-se necessário a sensibilização ou/e criação “links” conceituais, com as diferentes comunidades, de forma a desenvolver o sentido da cidadania enfocando as múltiplas utilidades da água no tempo, no espaço e como motivo para o desenvolvimento mais sustentável, agregando valores para a formação do capital social⁸ (ZINATO, 2000).

O professor Kevin Lynch procurou entender em seus estudos como determinados elementos do ambiente poderiam interferir na percepção de cada pessoa e de como o “design” ou formas responderiam às suas necessidades mais profundas. A partir da formação de conceitos ou construções subjetivas claras ou legíveis, “*legibility*”, teriam condições de criar “mapas mentais” representativos. Sinais, cores, canais, margens ou limites, zonas, marcas ou formas e pontos de referência seriam elementos importantes para a percepção e construção das imagens; isso é exemplificado por Lynch quando argumenta a importância do elemento “margem ou borda” para o desenho do contorno do Lago Michigan (margem da água do lago) e de sua representação para a imagem da cidade de Chicago (LYNCH, 1960).

“É difícil pensar em Chicago sem retratar o Lago Michigan. Seria interessante ver como os moradores de Chicago começariam a desenhar um mapa de sua cidade colocando alguma coisa que não fosse a linha de contorno do Lago (...) contudo, a fachada de Chicago no Lago é uma vista inesquecível”

⁸ Segundo Putnam, capital social é o conjunto de elementos, tais como confiança, cooperação, interesse e participação nas questões políticas que conferem às pessoas condições para contribuir com a coesão e integração na comunidade desempenhando um papel mais coletivo (NASCIMENTO, 2007).

Esse estudo realça a importância da formação de conceitos mentais a partir de elementos chaves que impulsionem a participação social, principalmente aqueles que se relacionem com a ambiência vivida, contemplada, resultante dos esforços do trabalho e que durante as negociações servirão como suporte para a “apropriação mental” do lugar/espço melhorando de certa forma o desempenho da comunidade. Em suma, os valores sociais da água apropriados em razão da importância dos usos cada vez mais conscientes, sensibilizam de forma mais efetiva, criando expectativas para a gestão hídrica mais participativa na “região” das bacias hidrográficas.

2.2.1 Considerações sobre a participação das sociedades amazônicas na gestão dos sistemas hídricos

A Amazônia não é simplesmente um enorme “tapete verde”, compacto, inexplorável, irrepreensível, intacto ou intocável. Na visão do alóctone é tomada por infinitas interpretações e dessa forma foi possuída e moldada no estilo que mais provesse ao dominador. Desenharam o seu perfil e a absorveram em paisagem íntegra para melhor dominá-la. Para melhor entender suas diferenças ou para evitar o “incompreensível”, mutilaram suas línguas e suas gentes: “*como traduzir as águas brasílicas?*”. Miranda cita a urgência dos jesuítas em resguardar parte da memória linguística dos “ameríndios” (SILVA & FREITAS, 2000; ANA, 2007).

“Os jesuítas fizeram do português uma imensa arca de Noé, onde a grande maioria dos nomes indígenas dos rios, lagos, riachos e arroios, córregos e regatos foram salvos no dilúvio da aculturação⁹. Foi talvez sua maior grandeza com relação às águas. Pelas mãos de Anchieta, as águas e as palavras tupis batizaram índios e brancos, abençoaram a paz entre os homens e os seus trabalhos e deram um banho na língua portuguesa” (MIRANDA, 2004).

⁹ Processo de transformação cultural de um grupo, pela assimilação de elementos culturais de outro grupo social com que mantém contato direto e regular (Dicionário Aurélio Eletrônico).

Muito ao contrário é formada de “lugares” e possui seu próprio tempo, espaços e povos constituindo um mosaico de culturas, sabedorias e domínios: “*terras, florestas e águas de trabalho*” (WITKOSKI, 2007). Com um cenário ecossistêmico de vários matizes é formada por uma malha fluvial inserida em uma bacia hidrográfica complexa constituída por rios caudalosos e tributários extensos com suas águas brancas, pretas e mistas dominados pelo ciclo hidrológico em sua floresta tropical úmida e que abriga um “*modus*” de vida singular adaptado ao movimento e dinâmica das águas.

Toda essa ambiência rica configura a relação homem-água na Amazônia. Cheia de folclores, lendas, estórias e ritos que inter-relaciona o mundo água com “*camponês amazônico*” imbricando o passado colonizado com presente em constante mutação. Cabe aqui, entretanto, uma observação sobre o aspecto das identidades, “*etos*”¹⁰, desenvolvidos pelos diversos grupos sociais amazônicos baseados na vivência desses com os ecossistemas hídricos. Segundo Witkoski, o “*camponês ribeirinho*” habitante da calha do Solimões é identificado por sua relação direta com o rio e áreas contíguas (paraná, igarapés, furos e etc.), pois as considera como seu território de esforço, individual ou coletivo, como “*águas de trabalho*” assimilando uma dimensão em seu comportamento capaz de fazê-lo caracterizar os espaços aquáticos em diversas categorias de uso:

“... os rios são concebidos como territórios aquáticos públicos; os lagos são compreendidos, quase sempre, como território aquático coletivo. Os camponeses dividem os lagos em três subunidades: lagos de procriação (lagos sagrados, lagos - santuários); lagos de manutenção (subsistência da família camponesa; por fim, e não menos importante, os lagos livres (destinados à pesca comercial, dentro dos limites estabelecidos pela legislação municipal e pelas comunidades...”

¹⁰ O termo indica, de maneira geral, os traços característicos de um grupo, do ponto de vista social e cultural, que o diferencia de outros. Seria assim, um valor de identidade social (WIKIPÉDIA).

Ademais nesse aspecto diferenciam-se dos camponeses que se relacionam com as florestas de terra firme e de várzea; nas duas a expedição caracteriza-se pela exploração de caráter eventual e de uso do entorno, respectivamente, contrastando com o domínio aquático por seu caráter mais plástico e dinâmico (WITKOSKI, 2007). Isso lhe confere uma identificação simbólica com o meio, seja na construção de “mapas mentais” ou na identificação de comportamento mais coletivos e /ou participativos.

Outro ponto interessante são as mutações ocorridas no “amazônida ribeirinho urbano”. Esse teria uma identidade mais cidadina, envolvido ainda com resquícios do conhecimento tradicional em conjunto com a absorção de informações e de novas tecnologias. É claro, que não se pretende imbuir em uma nova categoria social, não é o intuito deste trabalho, mas a intenção é realçar um novo conjunto de atores sociais e de como as populações tradicionais sofreram com o avanço das sociedades urbano – industrial sobre seus costumes e comportamentos. Para Diegues (2005), os povos tradicionais estão reagindo a essa invasão através da visibilidade social e política de movimentos, tais como os surgidos nas décadas de sessenta e setenta, em resposta à devastação da Floresta Amazônica – movimento social dos índios e dos seringueiros –; das pesquisas de cunho antropológico e do reconhecimento legal de povos remanescentes, como os Quilombolas.

Destacam-se, por isso, as várias maneiras da construção desses “etos” baseados nos conhecimentos tradicionais inteirados com o “*modus vivendi*” dessas comunidades e suas produções e reproduções sociais simbólicas, principalmente, com os elementos de seu território. No caso do agente “*camponês ribeirinho*”, seriam os elementos de seu cotidiano como os rios, lagos, igarapés, furos, igapós e poços, e para o agente “amazônico urbano” seria necessário a retomada dessas representações sociais simbólicas. Diegues (2005) ressalta essas diferenças, notadamente, quando enfatiza que os “*grupos sociais tradicionais*” refletem na água um vínculo restrito de território e modo de vida, buscando soluções para conflitos de uso

baseados em leis consuetudinárias; os *grupos sociais modernos* refletem precipuamente em um sentido econômico, ou seja, como um bem de consumo ou insumo, posto que seja desterritorializada¹¹ e regida somente por leis formais.

Em razão da complexidade desse processo e de suas interações interferirem direta e indiretamente no desenvolvimento de propostas para o planejamento da gestão dos recursos hídricos na região Amazônica cabe, primeiramente, a identificação dos costumes e prioridades dos usos dos recursos hídricos locais, bem como a caracterização dos fatores que envolvam as potencialidades e fragilidades dos ambientes aquáticos e seus mecanismos de utilização. Na figura 4, podem ser verificadas as várias nuances da utilização dos mananciais segundo a dinâmica sazonal a qual determina, de certo modo, as buscas pelos lugares de melhor captação, bem como, o tempo gasto que porventura seriam utilizados em outras atividades (WAICHMAN & NASCIMENTO, 2003).

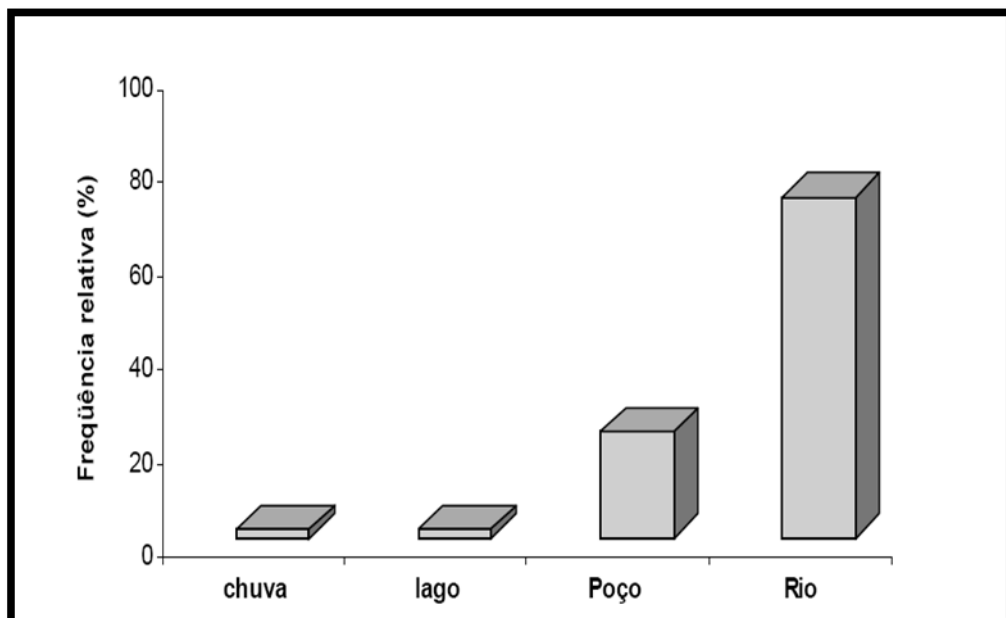


FIGURA 4. Utilização das diferentes fontes de água para o consumo.

Fonte: Waichman & Nascimento, 2003.

¹¹ Perda do contato direto com as representações sociais da água através de sua canalização a lugares distantes.

Diante de tal situação, devem ser delineadas, no entanto, propostas que envolvam a participação direta ou indireta desses agentes-usuários de acordo com as dinâmicas sociais e culturais dessas comunidades. Kayser (1994) assevera para a importância de políticas que procurem desenvolver estruturas adaptadas às diferenças culturais das comunidades, sejam elas urbanas ou rurais. É importante realçar o choque entre as forças endógenas movidas pelas capacidades locais e as forças exógenas advindas de investimentos privados ou públicos, os quais resultam em uma sinergia positiva ou negativa para o desenvolvimento local. Portanto, sejam quais objetivos forem e o alcance macro ou micro dessas propostas de gerenciamento, o essencial será o seu direcionamento e respeitados as limitações de cada localidade.

Entretanto, percebe-se que as políticas públicas na Amazônia ainda são voltadas em sua maioria para as populações residentes em localidades situadas em zonas urbanas de terra firme em detrimento daquelas situadas em área das várzeas (ALENCAR, 2005). O comportamento assim adotado enfraquece os conceitos formadores dos valores culturais dessas comunidades que se refugiam cada vez para os espaços das cidades, desagregando o seu *'modus vivendi'* e desarticulando, enfim, os valores de percepção desses atores sociais.

Isso evoca a estrutura consagrada pela Lei 9433/97, intitulada 'Lei das Águas' que valoriza a conciliação de objetivos e a garantia da gestão descentralizada e da criação de espaços para a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades em fóruns de debate e propostas conciliadoras para a consecução dos objetivos esperados para as bacias hidrográficas. Esses espaços públicos colegiados, pelo seu formato deliberativo e participativo delegam poder de voto e articulação, assegurando uma atuação sem tutela para os seus atores cada vez mais plurais e envolvidos com os mais diversos interesses locais e/ou regionais. A constituição de consócios, colegiados e comitês incentivam a criação de uma rede coordenada de participantes mais envolvidos com propostas mais coletivas e soluções concretas legitimando cada vez mais os valores do capital social das comunidades. Os professores Pedro

Jacobi e Fábio Monteiro, colocam essa necessidade de envolvimento e coordenação dos usuários na criação de uma rede social interdependente (JACOBI & MONTEIRO, 2006).

“Conseqüentemente, a coordenação entre instituições públicas fortes e comunidades organizadas pode ser um mecanismo eficaz do desenvolvimento. Laços fortes, coesão e a reciprocidade entre as partes interessadas farão, provavelmente, a ação coletiva acontecer, promovendo assim um desempenho institucional mais elevado”

¹²

Nesse contexto, a organização de estruturas que se articulem e sirvam de palco para debates e discussões de questões de interesse para a formação dos comitês de bacia hidrográfica ou sub-bacias, terá de qualquer forma a necessidade de contribuir para com a cultura dos agentes, favorecendo as potencialidades coletivas e individuais e fortalecendo as personalidades para o melhor e o mais eficaz dos vetores do desenvolvimento sustentável, a cultura e os saberes considerados tradicionais. Desse modo, a capacidade de negociação e o estabelecimento de pactos sociais serão embasados na estratégia do compartilhamento e respeito pelas diferenças (KAYSER, 1994; JACOBI, 2007).

¹² Paper apresentado para o Comitê de Meio Ambiente e Sociedade do Congresso Mundial de Sociologia em Durban, África do Sul. Julho, 2006.

2.3 A VALIDADE DO ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA NO ARRANJO INSTITUCIONAL DO SISTEMA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS (SINGREH)

A discussão sobre a validade ou não de um instrumento de gestão ou de planejamento requer, primeiramente, uma observação atenta para a real essencialidade de sua implementação diante da ordenação espaço temporal dos conjuntos de estruturas elaboradas para determinados acordos ambientais. A gestão da Política Ambiental Brasileira¹³ foi inspirada e projetada em metas de racionalização ambiental embasadas na consecução de objetivos que estabelecessem, entre outros, critérios e padrões de qualidade ambiental (SIRVINSKAS, 2003); partindo desse pressuposto, então, seria óbvio sua compatibilidade com o gerenciamento de recursos hídricos, afinal recursos hídricos são, evidentemente, recursos ambientais.

Entretanto, com a criação e implementação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGRH) em 1997, uma dicotomia entre a gestão dos controles da qualidade ambiental e a gestão da qualidade hídrica fora estabelecida. Para alguns críticos, as medidas de comando e controle emanadas pela força das resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (regulamentadas pelo Sistema Nacional de Meio Ambiente) coíbem as negociações sociais tão bem preconizadas pela legislação de recursos Hídricos. Para outros, entre eles Antônio Eduardo Lanna, em decorrência da “*defasagem temporal*”, as duas políticas aplicam metodologias de gestão diferenciadas: a política ambiental utiliza instrumentos mais normativos e a política de recursos hídricos adota as de caráter mais econômico (LANNA 2000).

Conforme Barth (2002), essa controvérsia decorre de uma série de desencontros legais entre os diversos interesses setoriais, principalmente, pelos órgãos federais responsáveis pela

¹³ Lei nº6.938, de 31 de agosto 1981

política energética. Considerada marco importante para o regime jurídico das águas, o Código de Águas concedeu alicerces fundamentais para a regulamentação da legislação das águas, entretanto, a insípida estrutura organizacional ambiental e a falta de atenção por parte das autoridades estaduais coadunaram para o enlace com os interesses da União. Com efeito, uma sequência de embates políticos setoriais acorreram para intensificar o dicotomismo, tais como a atribuição da competência privativa, em matéria de legislar sobre águas, para a União, instituída pela constituição de 1967; a “*concentração*” de prerrogativas cedidas aos entes federais como o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) que resultou da fusão entre o Departamento Nacional de Águas e Energia (DNAE) em conjunto com o Conselho Nacional de Águas e Energia (CNAEE) em 1968; os reflexos da Conferência de Estocolmo, em 1972, no estímulo das legislações estaduais para a proteção do meio ambiente e as divergências emolduradas pelo impasse entre as questões da política de irrigação e o setor elétrico, em 1979, resultando em conflitos nos aspectos qualitativos e quantitativo da água para as competências federal e estadual (MUNÓZ, 2000).

Contudo, mesmo esculpida de forma independente, descentralizada e participativa a Lei das Águas obedece aos imperativos da Política Nacional do Meio Ambiente, em questão da gestão dos padrões de controle da qualidade ambiental e mais especificamente relativos à qualidade das águas superficiais. É claro que Política Ambiental refletia para a época a exigência de uma estrutura institucional composta por instrumentos regulatórios de controle mais efetivo. De acordo com Machado, “*nos últimos 30 anos, políticas internacionais de controle ambiental vêm sendo implantadas através de três instrumentos de ação do poder público: o regulatório (...); o econômico(...) e os gastos governamentais...*” (MACHADO, 2003). Por outro lado, mesmo assumindo um arranjo institucional mais flexível e sustentável, a Lei nº 9.433/97 possui em sua estrutura “links” interdependentes com o SISNAMA, através de instrumentos de gestão e planejamentos que se correlacionam com o esboço delineado para

o sistema ambiental, de forma a refletir em suas diretrizes, a gestão indissociável dos aspectos quantitativos e qualitativos para os recursos hídricos.

Dentre esses instrumentos o enquadramento dos corpos d'água é o que mais se adequa às interfaces das duas Políticas. Sua validade *a priori* baseia-se na efetivação do planejamento ambiental e no controle regulatório exercido de maneira a introduzir metas a serem alcançadas para determinados corpos de águas. Tal instrumento é efetivado através do arranjo institucional e organizacional proposto para a estrutura colegiada do SINGREH, assim estabelecida na Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos. Nessa normativa, o enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes da água aparece em três artigos, a saber: a) art. nº 5, inciso II, nele consta o enquadramento como um de seus instrumentos b) art. nº 9, incisos I e II, assegura como um dos objetivos do enquadramento a compatibilidade da qualidade da água com os usos mais exigentes a que forem destinadas e ações preventivas permanentes a fim diminuir os custos de combate à poluição das águas, respectivamente c) art. nº 10, estabelece que a classificação dos corpos de água em classes seguirão a legislação ambiental. Por conseguinte, o enquadramento serve como meta de sustentabilidade a serem alcançadas progressivamente em determinados trechos ou extensão de mananciais superficiais, bem como na definição de cenários de usos e atividades prioritárias para cada bacia e/ou sub-bacias hidrográficas (ABEAS, 2002; CONAMA, 2005; ANA, 2007).

Salienta-se, então, a importância da configuração dos ordenamentos institucionais e a disposição de seus agentes nesses arranjos para a elaboração de sistemas gerenciais cada vez mais estratégicos e participativos como, no caso, o sistema de gestão de recursos hídricos. Nesse intento a regulamentação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, previsto na Constituição Federal de 1988, em seu artigo nº 21; inciso XIX, o qual designa à União a competência de “*instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos*

hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso”, conjuga a utilização de mecanismos econômicos e princípios norteadores para a criação de palcos para debates e aplicação de diretrizes voltadas para a congregação de interesses dos usuários das unidades de planejamento (BRASIL, 2005). Esse pacto federativo das águas é respaldado, em suma, no sistema de gestão do SINGREH e sua organização institucional através de órgãos colegiados (conselhos e comitês); executivos (órgãos gestores e agências de bacias); seus instrumentos de planejamento (planos de bacia, sistema de informações e enquadramento), controle (outorga) e econômico (cobrança) (BRAGA *et al.*, 2008).

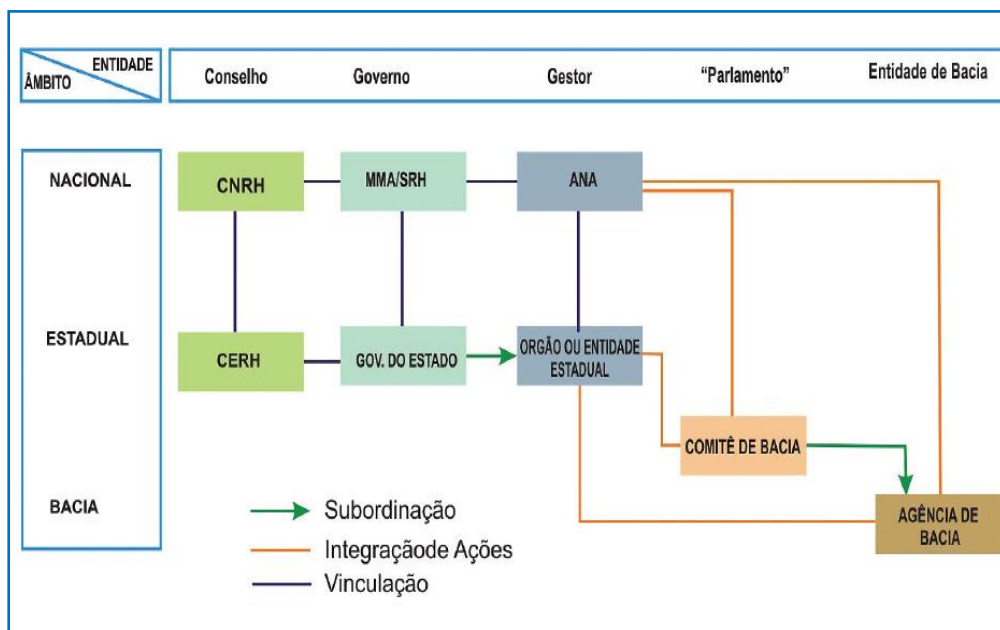


FIGURA 5. Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).
Fonte: Braga *et al.*, 2008

Na figura 5, visualiza-se a arquitetura do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Em consonância com o arcabouço proposto pelo modelo Francês¹⁴, o SINGREH articula e íntegra uma estrutura composta pelo: Conselho Nacional de Recursos

¹⁴ A França apresenta dois marcos legais na gestão dos recursos hídricos: a lei nº 62-1245 de 16 de dezembro de 1964 (imprime o regime e a distribuição das águas e o combate à poluição) e a lei nº 92-3 de 3 de janeiro de 1992 (orienta a gestão integrada de recursos hídricos) (LEAL, 1998).

Hídricos – CNRH, Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos e do Distrito Federal, a Secretaria Executiva do CNRH, Comitês de Bacia Hidrográfica, Agências de Água, órgãos dos poderes públicos federal, estaduais e municipais cujas competências se relacionam com a gestão de recursos hídricos, as organizações civis de recursos hídricos e a Agência Nacional de Águas – ANA, criada por meio da Lei n.º 9.984/00 (ABEAS, 2002).

Nesse contexto, a aplicação do enquadramento dos corpos d'água segundo os usos preponderantes elege-se uma ferramenta institucional de planejamento de grande desempenho para o arranjo proposto pelos objetivos e critérios qualitativos dos recursos hídricos. Isso porque além de refletir um pacto político e social pré-estabelecido, constitui-se em controle e avaliação de metas ambientais através de parâmetros referenciados para a análise das externalidades oriundas das atividades econômicas (ENDERLEIN, 1997; KAHN, 2001).

Segundo a Lei nº 9.433/97, tanto o enquadramento dos corpos d'água quanto os demais instrumentos devem estar interligados de acordo com fluxos de informação e objetivos dentro do perfil exigido para a cada unidade de planejamento (bacia e sub-bacias hidrográficas). Por essas razões, o enquadramento deve ser implementado de acordo com os cenários de demandas crescentes e com os processos econômicos esperados para cada trecho ou totalidade dos corpos d'água.

Com a regulamentação do enquadramento por meio da Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos n.º 12, de 19 de julho de 2000, uma série de procedimentos foram estabelecidos com a finalidade de orientar desde a definição de competências até a efetivação de propostas. A figura 6 resume as principais etapas desenvolvidas nesse processo de execução e planejamento.

PROCESSO DE PLANEJAMENTO

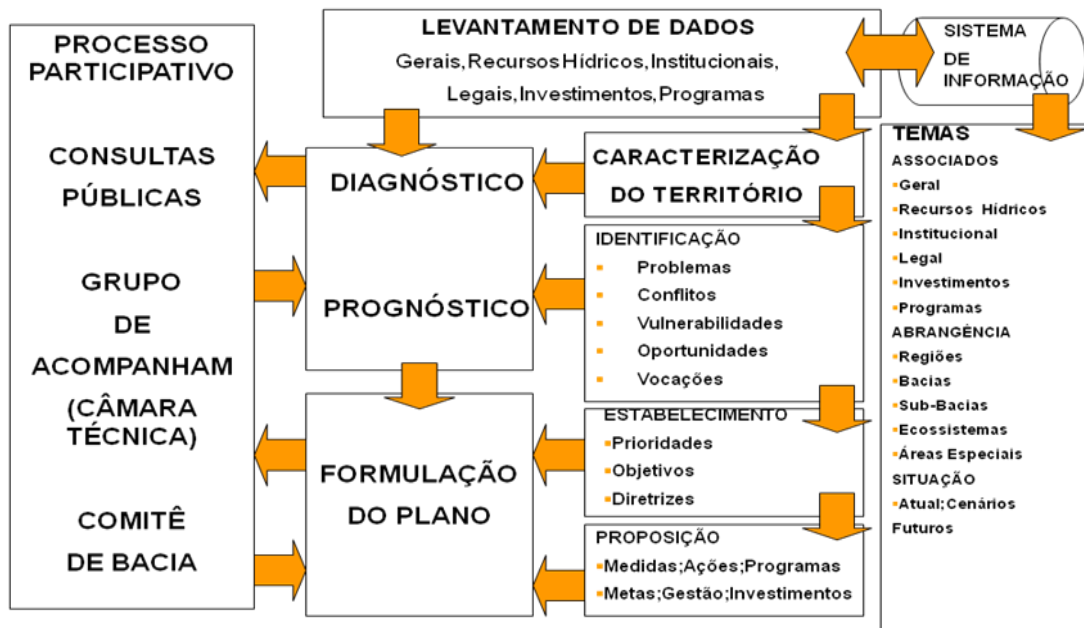


FIGURA 6. Descrição dos processos de planejamento e execução dos planos diretores de bacia e enquadramento. Fonte: ANA Org. Débora Gama

Ressalta-se, primeiramente, que a realização desses procedimentos ocorrem a partir de estudos constantes nos Planos Diretores de Bacia ou nos Planos Nacional, Estadual ou Distrital de Recursos Hídricos, tendo como preposto para o enquadramento as Agências de Água, ou os consórcios ou associações intermunicipais de bacias hidrográficas, com a participação dos órgãos gestores de recursos hídricos e órgãos de meio ambiente .

Outro ponto relevante é a envolvimento dos atores sociais na participação da tomada de decisão para as definições de cenários futuros com metas de qualidade que subsidiarão as propostas de enquadramento. Isso será feito com o apoio de instituições partícipes existentes na bacia tais como associações de usuários, cooperativas e ONGs que darão suporte para o incentivo necessário. Segundo Dourojeanni (2000), no desenvolvimento de ações para os processos de gestão devem ser considerados os “atores do processo”, pois as bacias

hidrográficas são espaços dinâmicos abertas aos diferentes indivíduos em trânsito e que de alguma forma intervêm passivamente ou ativamente na ambiência. Enfatiza também a relevância da análise histórica dos tipos de usuários e suas relações endógenas e exógenas com a bacia hidrográfica como parte da construção de prognóstico que ajudarão nos processos de tipificação dos atores envolvidos (CNRH, 2000).

Dessa forma, o andamento de cada processo de enquadramento deverá ser adaptado de acordo com os componentes característicos das bacias ou sub-bacias hidrográficas, levando-se em conta os dispositivos previstos na Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos e os programas e projetos previstos para cada unidade de planejamento.

Cada proposta seguirá as etapas de diagnóstico do uso e ocupação do solo e dos recursos hídricos na bacia hidrográfica; prognóstico do uso e da ocupação do solo e dos recursos hídricos na bacia hidrográfica; elaboração da proposta de enquadramento e aprovação da proposta de enquadramento e respectivos atos jurídicos. As informações resultantes dos estudos e avaliações servirão de suporte técnico para a composição do Relatório que consubstanciará a justificativa para o enquadramento¹⁵.

2.3.1 Os Arranjos Institucionais para a implementação da Resolução do CONAMA Nº 357/2005 na Bacia do rio Purus

O contexto amazônico, segundo Sioli (1991), é consequência de sua história geológica e de seu clima que conduziram a este complexo sistema fluvial submetido a uma média pluviométrica de 2.500 mm por ano. Seu conjunto hídrico define-se pelos inúmeros tipos de corpos d'água entre rios caudalosos, redes imbricadas de igarapés e furos, lagos de várzea e terra firme (volumes de água alagadas com temporariedade pela cheia dos rios e/ou volumes

¹⁵ Para maior detalhamento consultar anexo 1, página 122

de água permanentes, respectivamente), e igapós. Rios de águas barrentas, pretas ou cristalinas, rios de águas claras ou mistas, ricos em nutrientes, plantas, peixes e pássaros aquáticos, rios pobres em biomassa, outros ainda com cachoeiras e corredeiras, enfim tão diversos que difícil é descrevê-los em sua totalidade (JUNK, 1983).

Diante de tal configuração, a tarefa de propor o enquadramento para esses corpos d'água requer flexibilidade nos arranjos institucionais principalmente na aplicação da Resolução nº 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Outro fator preponderante em águas Amazônicas é a situação geográfica de alguns rios transfronteiriços como é o caso do rio Purus, localizado em porção ocidental da Bacia Amazônica, o qual possui grande parte de sua bacia hidrográfica inserida no estado do Amazonas, outra parte no estado do Acre e o restante em território Peruano e Boliviano. O Purus, desse modo, comporta tanto águas estaduais, em trecho que vai da cidade de Beruri até Boca do Acre (figura 7), quanto federais em corpos d'água localizados no estado Acreano e a montante, onde adquire jurisdição internacional.

Motivo da pesquisa as águas da bacia do rio Purus, mais especificamente em espaço territorial pertencente ao Estado do Amazonas, obedecem à classificação de qualidade contida na normativa federal, embora estejam compreendidas à gestão de competência estadual. Nessa Unidade da Federação, a Política de Recursos Hídricos foi estabelecida recentemente com a publicação, no dia 16 de junho de 2009, do decreto nº 28.678 que regulamentou a Lei nº 3.167, de 27 de agosto de 2007. Essa lei fundamenta os princípios da ordem jurídica para a efetivação do arcabouço legal e institucional da gestão hídrica em todo o estado, permitindo a formatação de muitos institutos e recepcionando outros hierarquicamente mais elevados.

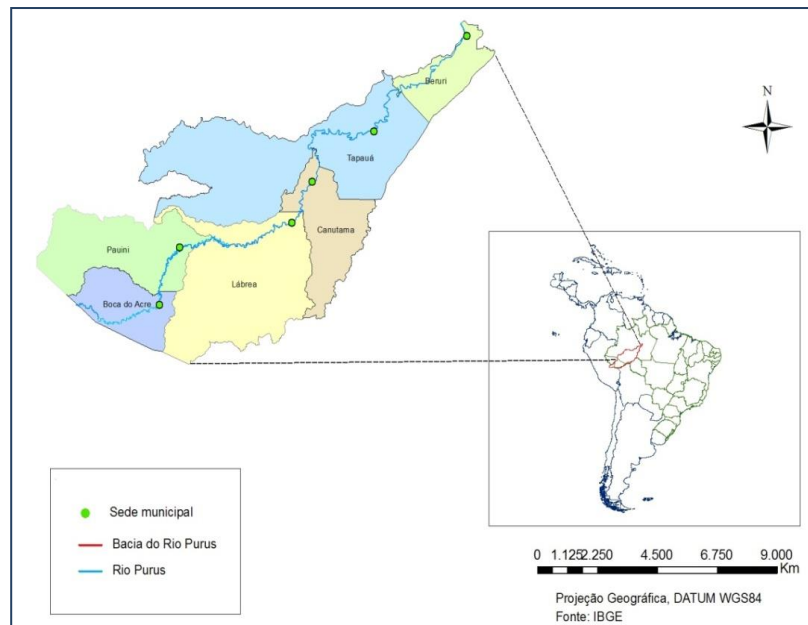


FIGURA 7. Bacia do rio Purus no Estado do Amazonas.
Elaboração: Furtado, 2008

No processo de implementação dos arranjos institucionais, aqui entendido como conjuntos estratégicos de acordos, regras, normas e pactos para o estado do Amazonas, datam de pouco tempo as principais leis e seus decretos regulamentadores¹⁶. Detalha-se inicialmente, a Lei nº 1.532, de 6 de julho de 1982, disciplinadora da Política Estadual da Prevenção e Controle da Poluição, Melhoria e Recuperação do Meio Ambiente e da Proteção dos Recursos Naturais, onde são fixadas as diretrizes basilares para a proteção, uso e conservação dos recursos da flora, fauna, belezas cênicas, do solo, do ar e da água. Nota-se uma estrutura aos moldes da Política Nacional do Meio Ambiente, mencionando-se os cuidados com as águas apenas no sentido restrito de recurso ambiental e na proteção da saúde pública. Assoma-se a criação de entidades voltadas para a formulação e execução da política ambiental, identificada como Secretaria de Energia, Habitação e Saneamento (SEHAS) no âmbito da secretaria

¹⁶ Todas as leis aqui comentadas foram retiradas do site do Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM). Disponível em: <<http://www.ipaam.br/legislacao.html>>.

estadual de meio ambiente (SEMA) e da Comissão Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano (CEMAD) - órgão deliberativo integrante da estrutura da SEHAS.

Mais tarde, em 4 de fevereiro de 1987, ocorre a regulamentação da Lei nº 1.532/82 pelo decreto nº 10.028 que estabeleceu também o Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades com Potencial Impacto no Meio Ambiente e suas penalidades. Nesse momento, entretanto, verificam-se novas definições institucionais para a elaboração e execução da Política Estadual do Meio Ambiente: (título II; Artigo nº4) – o Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia passa a definir a Política Estadual de Meio Ambiente, estabelecendo diretrizes e medidas necessárias para o atendimento dos objetivos fixados no artigo nº 1º deste regulamento; (título II; artigo nº 5) – o Centro de Desenvolvimento, Pesquisa e Tecnologia do Estado do Amazonas (CODEAMA) assume funções de articulação, coordenação (licenciamento e fiscalização) e execução da Política Ambiental do Estado, interligando-se por subordinação à Secretaria Estadual de Planejamento (SEPLAN). Nesse decreto é também definido o Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades com Potencial de Impacto (SELAPI), onde são descritas as principais atividades potencialmente poluidoras e a exigência do Estudo de impacto ambiental e de seu Relatório para as concessões de licenças (Prévia Instalação e Operação).

Adiante, na constituição do Estado do Amazonas, de 5 de outubro de 1989 são retratadas no Capítulo XI, artigos 229-241, as normas gerais em matéria de Meio Ambiente, recepcionando no artigo nº 230; inciso XXI, as prerrogativas da constituição da república no controle suplementar em gestão de bacias hidrográficas. Menciona também a necessidade de instituição de planos de proteção ao meio ambiente pelos órgãos estaduais e municipais, ordem essa que disciplina a estrutura para a criação posterior de novos conselhos e institutos voltados para o controle ambiental, entre eles o Instituto de Desenvolvimento dos Recursos

Naturais e Proteção Ambiental do Estado do Amazonas (IMA-AM), em 1989, com a finalidade executória do controle da Política Ambiental.

Em contexto mais voltado para um ambiente institucional sistemático e coerente com políticas de caráter mais sustentável, a Lei nº 2.407 de junho de 1996, traz novos ares ao contorno da Política Ambiental do Estado. É criado, então, o Sistema Estadual de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia (SIEMACT) com uma composição de caráter colegiada, consultiva e deliberativa estabelecendo definições para a organização e desenvolvimento de propostas das funções de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia a serem desenvolvidas por instituições públicas ou privadas no Estado. Sua arquitetura organizacional é composta pelos seguintes órgãos (Figura 8)

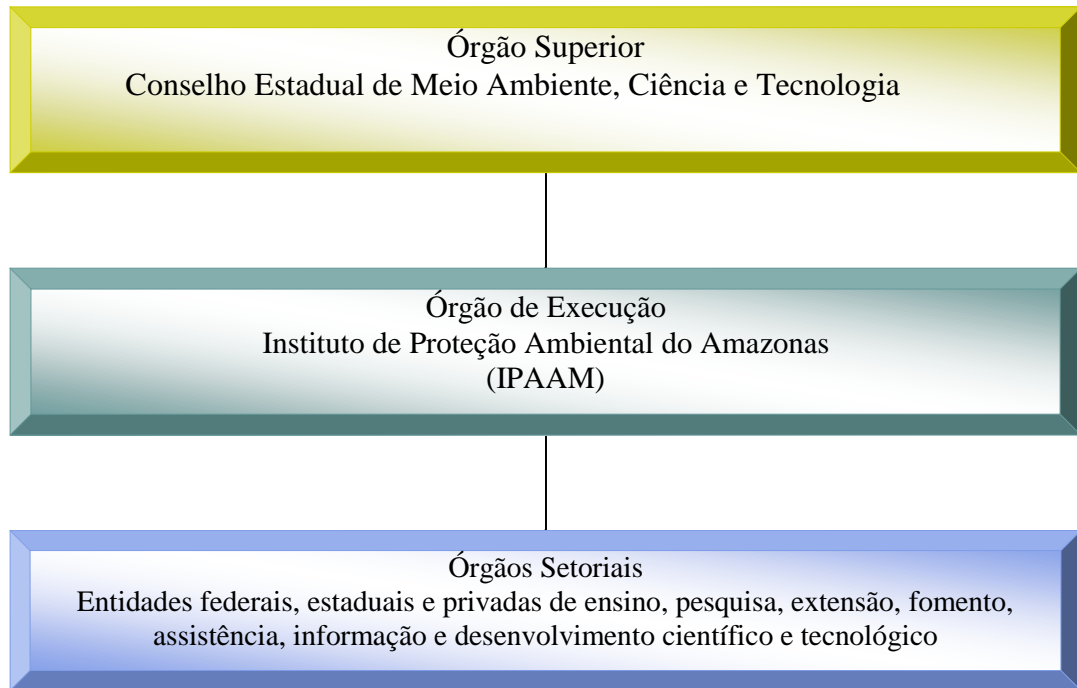


FIGURA 8. Organograma proposto pela Lei nº 2.407 /96.

Fonte: IPAAM

Org. Débora Gama

Com funções de “staff” do poder executivo o Conselho Estadual do Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia (COMCITEC) passa a assessorar na formulação da política estadual e nas diretrizes para assuntos relativos ao Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia. Para a execução dessas determinações é criada uma nova autarquia, em 11 de março de 1996, sob o decreto nº 17.033, denominado Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM) em substituição ao Instituto de Desenvolvimento dos Recursos Naturais e Proteção Ambiental do Estado do Amazonas (IMA-AM). Dessa forma o IPAAM assume a coordenação e execução exclusiva da Política Estadual do Meio Ambiente recebendo, por conseguinte, direitos e obrigações decorrentes dos contratos administrativos celebrados pela Secretaria do Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia (SEMACT) e pelo IMA-AM.

Após longo percurso, a primeira investida Oficial para a Política Estadual de Recursos Hídricos veio com a Lei nº 2.712, de 28 de dezembro de 2001, a qual disciplinou o nascituro

desenvolvimento da Gestão Hídrica no Amazonas e seu Sistema Estadual, o qual por força de seu ambiente institucional acarretou mudanças no organograma funcional da Política Estadual Ambiental do Amazonas. Destacam-se alguns institutos não aplicados ainda à conjuntura administrativo-conceitual na gestão hídrica do Estado: a) gestão descentralizada e participativa b) articulação político e social através da celebração de acordos, convênios e contratos c) inserção de instrumentos econômicos, de gestão e de planejamento tais como os planos estaduais e diretores de recursos hídricos, enquadramento dos corpos d'água¹⁷, cobrança pelo uso, outorga, Fundo Estadual de Recursos Hídricos, Sistema Estadual de Informações, Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Amazonas e Plano Ambiental do Estado do Amazonas d) órgãos colegiados.

Por essa razão, em 31 de janeiro de 2003, a Lei nº 2.783 contemplou novo “*layout*” para as proposições do desenvolvimento sustentável culminando na criação da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SDS). Assim, o Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM) passa a ser o órgão executor, englobando o controle, a fiscalização e o monitoramento ambiental do estado, e a SDS a gestão, formulação, coordenação e implementação tanto da Política Ambiental quanto de Recursos Hídricos do Estado. Para isso, adotou através da Lei delegada nº66, de 9 de maio de 2007, novo arranjo institucional conforme a Figura 9.

¹⁷

Nota-se a introdução desse instrumento de planejamento no gerenciamento hídrico para o estado.

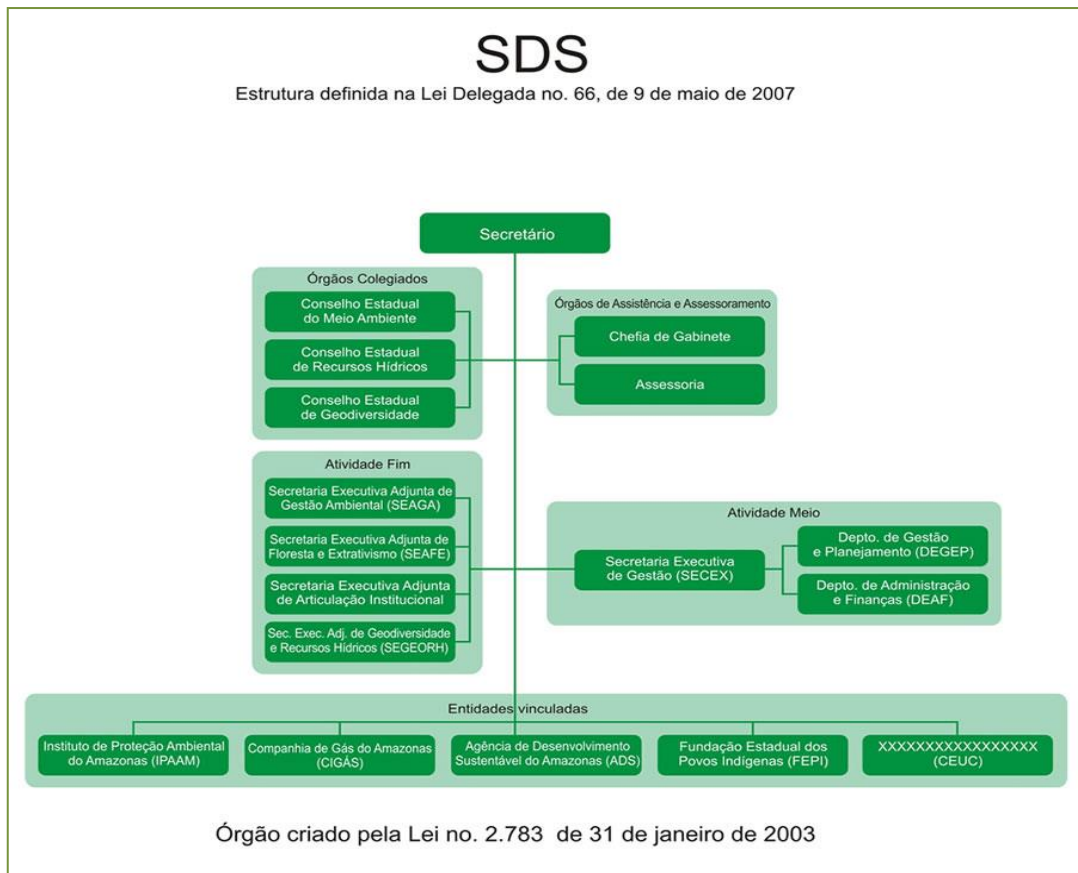


FIGURA 9. Estrutura administrativo-funcional da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SDS. Fonte; IPAAM

Desse ordenamento estrutural dinâmico e mais articulado, buscou-se uma nova entonação, precipuamente mais compartilhada para a aplicação de instrumentos voltados para a recepção da Lei nº 3.167/07 que reformulou as normas disciplinadoras da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Por isso, um conjunto sistemático perfilou o envolvimento dos novos agentes em um ambiente institucional voltado a atender uma ambiência mais exigente com os aspectos de sustentabilidade dos programas e metas estrategicamente mais “verdes”. Desse modo, a novel Lei da Política Estadual Hídrica assume em seu Capítulo IV; inciso III, a utilização do enquadramento dos corpos d’água como instrumento de planejamento, encontrando-se também, de maneira articulada, com os Planos Estaduais de Recursos Hídricos, artigo nº7,

inciso XIII. Nesses deverão considerar “(...) *propostas de enquadramento dos corpos de água em classes de uso preponderante (...)*”, sujeitos às definições “*dos aspectos quantitativos, de forma compatível com os objetivos de qualidade da água, estabelecidos a partir das propostas dos Comitês de Bacia Hidrográfica*”.

Na seção III, artigo nº13 é estabelecido para o enquadramento dos corpos de água em classes os objetivos preconizados pela Lei Federal nº 9.433/97, assegurando às águas qualidade compatível apenas com os usos mais exigentes a que forem destinadas e a preocupação com a minimização dos custos de combate à poluição. Porém, a ressalva é feita em seu parágrafo único onde submete o enquadramento “*às especificidades dos ecossistemas amazônicos, sendo as classes de corpos de água estabelecidas por legislação específica*”.

Outro diferencial nessa legislação ocorre com articulação do enquadramento dos corpos d’água com instrumentos voltados para o delineamento econômico estrutural como é o caso do Zoneamento Ecológico-Econômico. A integração dos dois instrumentos é expressa pela realização de dois fatores básicos: primeiro a adequação e observação por parte do enquadramento, ao Zoneamento Ecológico-Econômico existente na região em que se localiza a bacia hidrográfica correspondente, e segundo a obediência das definições das classes de uso preponderante às vocações do uso do solo pré-estabelecido no zoneamento, procurando se for o caso qualidade superior para o corpo d’água.

Contudo, o disciplinamento da Política Estadual de Recursos Hídricos por meio do decreto nº 28.678/09 constitui um *animus* para o ajustamento na construção de um ambiente institucional mais propício as complexidades da Bacia Amazônica. Com a proposta de deliberação normativa do regimento do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (deliberação nº 1, de 16 de Agosto de 2005) a arquitetura sistemática do modelo da Política Nacional de Recursos Hídricos foi recepcionada com a invocação de elementos colegiados e agentes participativos, mas ainda será preciso estudos mais focados “nas realidades” e na busca de

adequação, das peculiaridades das águas Amazônicas, como exemplo menciona-se a aplicação inadequada dos padrões da Resolução nº 357/05 aos ambientes diferenciados do contexto natural da região. Outro ponto importante é a ausência de comitês e agências de água para Bacias consideradas estratégicas, no caso, a Bacia do Rio Purus e seus tributários. A lei suplementa essa falta ao designar competência à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SDS) para o exercício das funções desses órgãos. Logo, a aplicabilidade do enquadramento para a Bacia do rio Purus ainda precisa de algumas conformidades legais, institucionais e sociais, pois o arranjo proposto está em franco desenvolvimento.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÕES DA ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 Características Gerais da Bacia do Purus

Com uma área de 370.000 km², a Bacia do Purus está localizada na porção ocidental da Amazônia brasileira, sendo que 73% se encontra no Estado do Amazonas, 21% no Estado do Acre e 6% em território internacional. Segundo divisão da Agência Nacional de Águas (ANA), a Bacia do Purus é representada pela sub-bacia número 13, dentre as dez (10) sub-bacias pertencentes à malha hidrográfica da Bacia Amazônica (Figura 10). Com dados representativos para pluviometria em torno de 2.336 mm/ano, evapotranspiração de 1.398 mm/ano e com apenas 4,5 % de superfície desmatada, drena uma área com aproximadamente 375.458,46 km² no Estado do Amazonas, 77.829 km² no Estado do Acre, 21.932 km² no Peru e 1.689,53 km² na Bolívia (JÚNIOR & WAICHMAN, 2009; INPE, acesso 2009; ANA, acesso 2009).

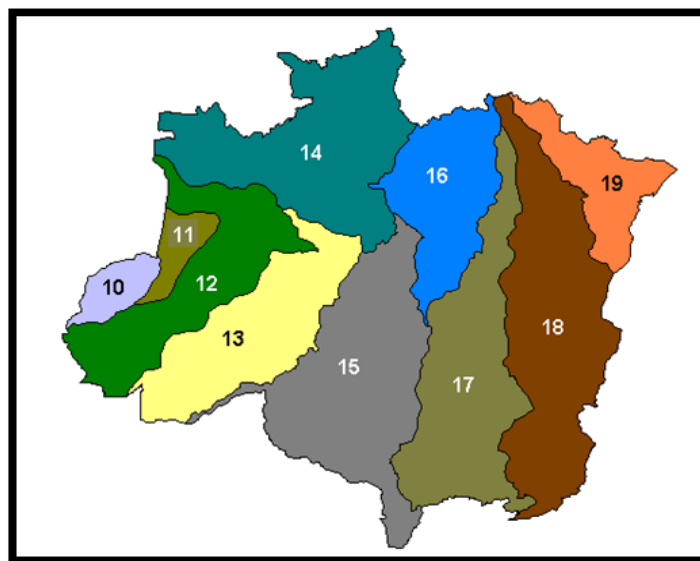


FIGURA 10. Divisão de bacias proposta pela Agência Nacional de Águas – ANA para a região Amazônica. Fonte: ANA.

Segundo informações do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) a população da bacia do Purus foi estimada em aproximadamente em 604.780 habitantes (Informação relativa ao ano de 2006) distribuídos em 21 municípios, sendo treze cidades localizadas no estado do Acre, tais como Brasiléia, Bujari, Capixaba, Epitaciolândia, Manoel Urbano, Porto Acre, Rio Branco, Santa Rosa do Purus, Sena Madureira, Senador Guiomard, Xapuri, e oito no estado do Amazonas destacando-se Boca do Acre, Pauini, Itamarati, Lábrea, Canutama, Tapauá, Beruri e Anori. Em termos ecológicos possui uma área de várzea com extensão de 21.833 km², onde fornece produtos e serviços ambientais a nível local e regional, com menção à produção pesqueira de 49% do pescado desembarcado em Manaus ¹⁸.

Formada por uma dinâmica e complexa malha fluvial e socioeconômica, a bacia do Purus foi identificada e dividida, de acordo com pesquisa desenvolvida em conjunto pelo INPE, ITA, UFAM, UFPA, INICAMP, em três segmentos denominados de o alto Purus (porção acreana da bacia); o médio Purus (porção no Estado do Amazonas que compreende os municípios de Boca do Acre, Pauini, Lábrea e Canutama) e o baixo Purus (compreende os municípios de Tapauá, Beruri e Anori, mais próximos à foz) (INPE, acesso em 2009).

Cada um desses trechos apresenta variados aspectos e ambiências de modo que se verificam gradientes sazonais constituídas, mediante dados da Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental, em três estágios sistemáticos de cheias: para o alto Purus o período do mês de novembro a fevereiro; para o médio Purus de novembro a março e o baixo Purus de dezembro ao mês de abril. Outro detalhe relevante é a formação dinâmica do seu sistema lacustre imposto pelas variações sazonais e pela conformação transitória de suas interconexões, as quais contribuem para a quantidade considerável de peixes em região próxima à foz (AHIMOC, 2002; JUNK, 1997¹⁹).

¹⁸ Dado concedido pelo Sr. Wilson Ribeiro, representante da Federação dos Pescadores do Amazonas, para o ano de 2008.

¹⁹ JUNK, W. J. (Ed) General Aspects of Floodplain Ecology with Special reference to Amazonian Floodplain In: **The Central Amazon Floodplain: Ecology of a pulsing system**. Ed. Springer, 1997. 528 p.

A Organização dos Povos Indígenas do Médio Rio Purus (OPIMP) confirma para esta região 22 Terras Indígenas, compreendendo mais de 10 etnias diferentes que compõem uma população de aproximadamente quatro mil indivíduos distribuídos em 57 aldeias (Figura 11). Os povos indígenas em questão são os Apurinã, Paumari, Baniwá, Jarawara, Jamamadi, Hi Merimã, Deni, Zuruaha, Juma, Kanamanti, Cuniã e isolados, a maioria deles habitantes da região conhecida como médio rio Purus. Além disso, existem em seu território várias unidades de conservação federais, estaduais e algumas municipais tais como a Floresta Nacional de Macauá; a Floresta Estadual de Antimary, a Estação Ecológica do Rio Acre (Estado do Acre); a Reserva Biológica do Abufari; a Área de Proteção Ambiental do Médio Purus; a Reserva Municipal de Quelônios em Canutama e a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçú-Purus.

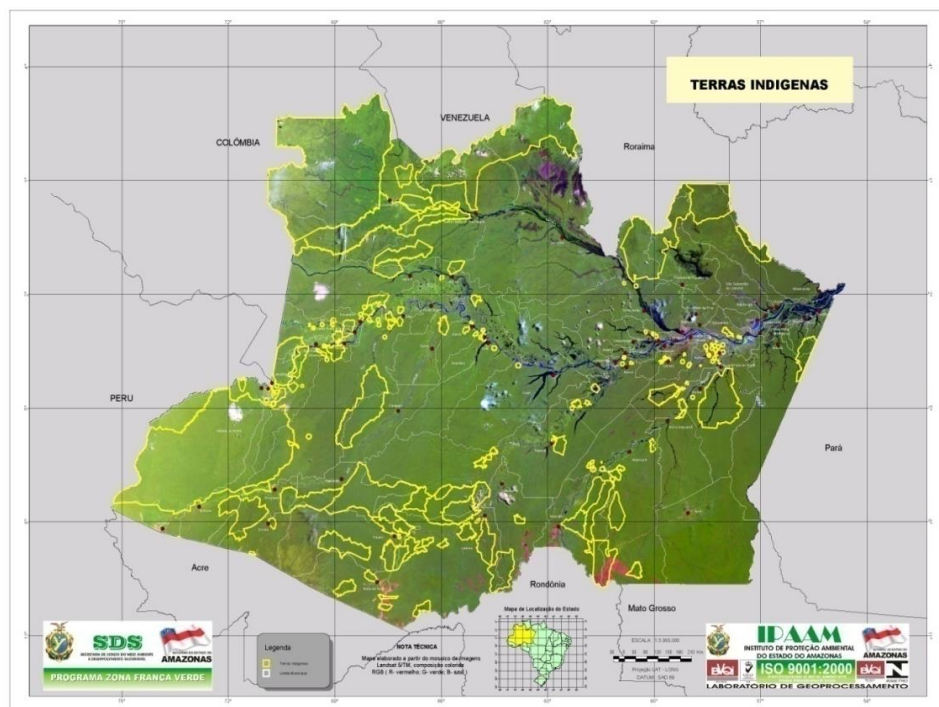


FIGURA 11. Distribuição das terras Indígenas no Estado do Amazonas. Fonte: SDS

3.1.2 Características Específicas da Área da Pesquisa

A área da pesquisa compreende os trechos médio e baixo da Bacia do Purus, entre as cidades de Beruri e Lábrea (Figura 12), todas localizadas no Estado do Amazonas. Será considerado como objeto de estudo dessa pesquisa as águas do Rio Purus, tributário principal, e de alguns lagos de várzea, paranás e pequenos igarapés, todos situados em região próxima ao curso principal. As informações obtidas respeitaram a classificação para as águas brancas, pretas e mistas, de acordo com as variações espaciais e temporais para o período das cheias, enchente e seca desses corpos d'água amazônicos.



FIGURA 12. Divisão da Bacia do rio Purus. Fonte: INPE

O Rio Purus tem suas cabeceiras localizadas nas colinas do Arco Fitzcarrald, situado na floresta baixa Peruana nos estados de Ucayali e Madre de Dios. No Brasil, esse rio tem um curso de aproximadamente 3.700 km a partir do estado do Acre, nas proximidades do município de Santa Rosa do Purus, passando pelo município de Manoel Urbano e adentra no Estado do Amazonas, onde percorre desde Boca do Acre até sua foz onde desagua nas águas do Rio Solimões. Seu curso é caracterizado pelo aspecto meândrico, com trechos sinuosos e retilíneos, e pela águas barrentas, ricas em sedimentos andinos, sendo classificado como um rio de águas brancas. Os seus afluentes mais importantes pela margem direita são: rio Iaco, rio Acre, rio Sepatini, rio Ituxi, rio Mucuí, rio Jacaré, rio Itaparaná, rio Ipixuna (ou Paranapixuna) e rio Jari, todos mantendo orientação geral de sul para norte; pela margem esquerda o rio Tapauá, com orientação oeste-leste, é o único afluente de destaque (BRASIL, 1978; WIKIPÉDIA, acesso em 2008).

Classificado como rio de planície, pois apresenta declividade suave e regular, é relativamente navegável cerca de 2.550 km, desde Boca do Acre até a foz, com uma profundidade mínima em torno de 1,20 m e declividade de 3,20 cm/ km. Como a maioria dos rios Amazônicos, apresenta alguns obstáculos impeditivos à navegação, sobretudo no período da vazante, entre eles está a formação de bancos, a existência de troncos de árvores, desmoronamento das margens e, principalmente por suas curvas muito fechadas (AHIMOC, 2002; MARINHA DO BRASIL, Acesso 2009²⁰).

Em relação às cidades localizadas próximas ao seu curso, trechos pertencentes ao estado do Amazonas, destacam-se: Boca do Acre, Lábrea, Tapauá, Beruri, Canutama, Anori e Pauini (Tabela 1). As atividades econômicas mais desenvolvidas nesses municípios são a pecuária, o extrativismo vegetal, a produção de grãos e a pesca comercial e de subsistência. O principal acesso intermunicipal é o meio hídrico, pois apresenta uma deficiente infra-estrutura

²⁰ Navegação Fluvial. Disponível em: www.mar.mil.br/dhn/bhmn/download/cap-40.pdf

viária, sendo as principais estradas a BR-230 (Transamazônica) que liga Lábrea a Humaitá, no rio Madeira, a BR-317 ligando Boca do Acre a Rio Branco (Capital do estado do Acre) e a Rodovia BR-364, frisa-se que na região dessas rodovias ocorre um intenso movimento associado, principalmente, à extração madeireira (AHIMOC, 2002).

TABELA 1. Dados populacionais, área e coordenadas dos municípios do médio e baixo Purus pertencentes ao Estado do Amazonas.

Municípios pertencentes à Bacia do Purus no Estado do Amazonas			
Anori	Contagem da População	13.834	Lat. S 3° 77'
	Área da unidade Territorial (Km ²)	5795	Long. W 61° 64'
Beruri	Contagem da População	13.809	Lat. S 3° 89'
	Área da unidade Territorial (Km ²)	17.251	Long. W 61° 37'
Tapuá	Contagem da População	19.453	Lat. S 5° 62'
	Área da unidade Territorial (Km ²)	89.324	Long. W 63° 18'
Canutama	Contagem da População	11.463	Lat. S 6° 53'
	Área da unidade Territorial (Km ²)	29.820	Long. W 64° 38'
Lábrea	Contagem da População	36.909	Lat. S 7° 25'
	Área da unidade Territorial (Km ²)	68.229	Long. W 64° 79'
Pauini	Contagem da População	18.325	Lat. S 7° 71'
	Área da unidade Territorial (Km ²)	43.263	Long. W 66° 97'
Boca do Acre	Contagem da População	29.818	Lat. S 8° 75'
	Área da unidade Territorial (Km ²)	22.349	Long. W 67° 39'

Fonte: IBGE, 2007

Org. Débora Gama

Outros aspectos importantes na caracterização do Rio Purus está em sua formação geológica, florística, geomorfológica, e de solo²¹. Estudos do Projeto RADAM consideram-no de formação geomorfológica relativamente recente, escoando sobre sedimentos

²¹ Para melhor detalhamento ver anexo 2: páginas 126, 127,128,129.

plioleustocênicos, fato que lhe confere idade quaternária. A vegetação dominante nas áreas de planície fluvial é a de floresta ombrófila tropical densa de dossel uniforme; ao norte, surgem formações pioneiras (comunidades Sereais). Nos terraços predominam a floresta tropical aberta aluvial. Sob o aspecto pedológico, constata-se a presença de solos aluviais eutróficos na planície fluvial enquanto os terraços comportam solos Gleyzados pouco húmico e eutrófico. A orientação geral do Rio Purus para o sudoeste-nordeste é refletida pela orientação dos terraços no leito do rio. Destaca-se, também, no estudo a divisão do vale fluvial do Purus de acordo com cinco seções meândricas (Quadro 3) (BRASIL, 1978).

QUADRO 3. Divisão do Rio Purus em trecho

Divisão	Denominação	Localização	Descrição
1ª Seção	Meandros pequenos	Da divisa peruano-brasileira até a foz do rio Iaco	Trecho com “meandros de pequena extensão e muito próximos uns dos outros”
2ª Seção	Meandros e Retilinações	Da desembocadura do rio Iaco até próximo à cidade de Boca do Acre	Trecho em que o curso do rio descreve meandros amplos, porém frequentemente interrompidos por trechos retelinizados
3ª Seção	Meandros Médios	Das cercanias de Boca do Acre à foz do rio Tapauá	Trecho com meandros de amplitude média, correspondendo às características em que os meandros são amplos e divagantes e as retilinações se resumem a apenas duas ocorrências
4ª Seção	Meandros Grandes	Da confluência do rio Tapauá à desembocadura do rio Jari (Paraná do Jari)	Trecho meândrico de curvas grandes
5ª Seção	Retilinações	Da foz do rio Jari (Paraná do Jari) até o limite com o rio Solimões	Trecho em que o rio tem curso retelinizado com sinuosidades localizadas

Fonte: Brasil, 1978
Org. Débora Gama

3.2 DESCRIÇÃO DA PESQUISA BASE

As informações contidas neste trabalho estão baseadas em pesquisa de campo constante no projeto intitulado **“Os Efeitos das Intervenções Antrópicas na Bacia do Purus: análise das relações entre fatores Ambientais, atores sociais e gestão das águas na Amazônia Legal”**, Edital 48/2005 MCT/ CNPq – PPG 7. Nessa pesquisa foram realizadas três excursões a campo: a primeira excursão foi realizada durante o período da seca de 01 a 11 de setembro de 2006; a segunda foi durante o período da cheia, de 30 de abril a 12 de maio de 2007 e a terceira durante o período da enchente, de 08 a 21 de dezembro de 2007.

A localização dos pontos escolhidos para a captação das amostras de água está nas Tabelas 2, 3 e 4. As coletas superficiais foram feitas manualmente, a uma profundidade de 10-15 cm, e as coletas mais profundas foram feitas com a utilização da garrafa coletora de Van-Dorn. As retiradas das amostras de água do Rio Purus e de corpos de água marginais, situados nos municípios de Lábrea, Canutama, Tapauá e Beruri, totalizaram: 24 pontos durante excursão no período da seca, 44 pontos durante o período da cheia e 37 pontos no período de enchente (RÍOS-VILLAMIZAR, 2008).

TABELA 2. Identificação dos pontos de coleta de água no período da seca.

PONTOS	LOCAL DE AMOSTRAGEM	LONG (Oeste)	LAT (Sul)
1	Rio Purus (Montante Lábrea)	64°48'12,1''	07°15'9,4''
2	Rio Purus (Jusante Lábrea)	64°47'29,8''	07°14'55,8''
3	Rio Purus (Nazaré - Canutama)	64°37'00''	07°02'05''
4	Rio Purus (Açaituba - Canutama)	64°33'05''	07°02'05''
5	Rio Purus (Praia do Badará- Canutama)	64°31'20''	06°40'13''
6	Rio Purus (Montante C. Foz do Tapauá)	64°23'18,2''	05°46'13,5''
7	Rio Purus (Jusante C. Foz do Tapauá)	64°23'25,9''	05°45'40,6''
8	Rio Purus (Montante Tapauá)	63°11'54,4''	05°37'27,5''
9	Rio Purus (Jusante Tapauá)	63°11'24,1''	05°36'53,7''
10	Lago Jamanduá – Canutama	64°16'36''	06°24'03''
11	Lago Lora do ronca- Canutama	64°15'18''	06°14'10''
12	Lago Paraná- Tapauá	63°51'5,8''	05°35'1,2''
13	Lago Arumã- Beruri	62°08'24,5''	04°44'7,4''
14	Lago Caviana 2 -interior- Beruri	61°49'53,7''	04°18'58,3''
15	Rio Tapauá 1 (boca)	64°23'50,4''	05°46'37,6''
16	Rio Tapauá 2 (interior)	64°24'6,1''	05°46'49,6''
17	Rio Ipixuna, Tapauá	63°11'43,4''	05°38'10,6''
18	Igarapé do Mari – Canutama	64°34'28''	07°04'55''
19	Paraná Pupunha- Tapauá	62°54'52,2''	05°17'16,8''
20	Paraná Lago Campina- Tapauá	62°56'22,6''	05°14'48,3''
21	Canal do Abufarí- Tapauá	62°57'9,4''	05°15'17,6''
22	Lago Arimã Grande - boca –Tapauá	63°43'07''	05°40'40,6''
23	Lago Arumã - boca- Beruri	62°08'50,5''	04°43'46''
24	Lago Caviana 1 - Beruri	61°49'12,9''	04°18'7,6''

Fonte: Rios Villamizar, 2008.

TABELA 3. Identificação dos pontos de coleta de água no período da cheia.

PONTOS	LOCAL DE AMOSTRAGEM	LONG (Oeste)	LAT (Sul)
1	Rio Purus (Montante Lábrea)	64°43'31,9''	07°14'57,4''
2	Rio Purus (Em Frente a Lábrea)	64°48'1,7''	07°15'25,4''
3	Rio Purus (Jusante Lábrea)	64°47'18,2''	07°14'45''
4	Rio Purus (Montante Canutama)	64°23'59,8''	06°33'54,7''
5	Rio Purus (Em Frente a Canutama)	64°22'56''	06°32,5'01''
6	Rio Purus (Jusante Canutama)	64°21'58,6''	06°32'01''
7	Rio Purus (Montante C. Foz do Tapauá)	64°23'20,3''	05°46'25,1''
8	Rio Purus (Jusante C. Foz do Tapauá)	64°23'22,6''	05°45'32''
9	Rio Purus (Montante Tapauá)	63°12'6,2''	05°37'26,2''
10	Rio Purus (Jusante Tapauá)	63°11'23,3''	05°36'31,8''
11	Rio Purus (Montante Beruri)	61°22'38,5''	03°53'46''
12	Rio Purus (Jusante Beruri)	61°22'12,2''	03°53'21,7''
13	Lago do Açai (Lábrea)	64°53'12,1''	07°20'18,6''
14	Lago Japiim (Lábrea)	64°56'6,3''	07°20'29,3''
15	Lago Sissipu (Lábrea)	64°56'17,4''	07°21'13,1''
16	Lago da Pasta (Lábrea)	64°49'35,9''	07°18'12,8''
17	Lago Piura (Canutama)	64°20'50,9''	06°36'3,1''
18	Lago Preto do Mucuim (Canutama)	64°20'4,2''	06°27'09''
19	Lago Fartura (Tapauá)	63°11'7,3''	05°39'31,7''
20	Lago Fartura (Tapauá)	63°11'28''	05°38'58,1''
21	Rio Ituxi (Lábrea)	64°54'13''	07°20'12,7''
22	Rio Mucuim (Canutama)	64°20'35,2''	06°36'45,5''
23	Rio Tapauá -Int. (Tapauá)	64°24'8,8''	05°46'47,2''
24	Rio Tapauá- boca (Tapauá)	64°23'46,4''	05°46'30,7''
25	Igarapé do Açai (Tapauá)	63°13'20,8''	05°41'1,2''
26	Rio Ipixuna (Tapauá)	63°11'39,2''	05°37'56,8''
27	Lago Massiari (Lábrea)	64°50'17,8''	07°14'16,5''
28	Lago Preto (Lábrea) – Abastecimento	64°46'48''	07°15'00''
29	Lago Capinã (Lábrea)	64°45'6,6''	07°14'29,3''
30	Lago do Arari (Canutama)	64°24'49,9''	06°35'31,7''
31	Lago Comprido/Ancori/ (Tapauá)	63°15'4,1''	05°37'31,4''
32	Lago São João (Tapauá)	63°11'1,8''	05°37'20,8''
33	Lago Arumã (Beruri)	62°07'7,9''	04°45'19''
34	Lago Arumã (Beruri)	62°6'38,7''	04°46'8,9''
35	Lago Castanho (Beruri)	61°25'3,4''	03°57'36,8''
36	Lago Castanho (Beruri)	61°24'25,9''	03°57'33,7''
37	Lago Castanho (Beruri)	61°23'5''	03°55'42,9''
38	Lago Beruri (Beruri)	61°17'51,8''	03°50'1,4''
39	Lago Beruri (Beruri)	61°18'22,9''	03°49'52''
40	Lago Beruri (Beruri)	61°18'7,9''	03°51'2,6''
41	Lago Beruri (Beruri)	61°20'50,1''	03°49'47,4''
42	Igarapé Caititú (Lábrea)	64°47'54,4''	07°15'57,5''
43	Igarapé Itália (Beruri)	61°22'12,9''	03°53'57''
44	Paraná Estopa (Beruri)	61°33'41,4''	04°01'11,8''

Fonte: Rios-Villamizar, 2008.

TABELA 4. Identificação dos pontos de coleta de água no período da enchente.

PONTOS	LOCAL DE AMOSTRAGEM	LONG (Oeste)	LAT (Sul)
1	Rio Purus (Montante Lábrea)	64°48'40,8''	07°14'51,5''
2	Rio Purus (Em Frente a Lábrea)	64°0,3'1,7''	07°15'26,6''
3	Rio Purus (Jusante Lábrea)	64°47'16,2''	07°14'43,5''
4	Rio Purus (Montante Canutama)	64°23'37,8''	06°33'22,9''
5	Rio Purus (Em Frente a Canutama)	64°23'5,1''	06°32'25,3''
6	Rio Purus (Jusante Canutama)	64°22'22,8''	06°31'59,6''
7	Rio Purus (Montante C. Foz do Tapauá)	64°23'20,9''	05°46'23,5''
8	Rio Purus (Jusante C. Foz do Tapauá)	64°23'21,5''	05°45'23,8''
9	Rio Purus (Montante Tapauá)	63°11'56,8''	05°37'30,1''
10	Rio Purus (Jusante Tapauá)	63°11'20,5''	05°36'25,8''
11	Rio Purus (Montante Beruri)	61°23'7,7''	03°54'6,9''
12	Rio Purus (Jusante Beruri)	61°22'5,8''	03°52'54,4''
13	Lago do Açaí (Lábrea)	64°53'30''	07°20'24,8''
14	Lago Japiim (Lábrea)	64°55'25,2''	07°19'34,7''
15	Lago da Pasta (Lábrea)	64°49'47''	07°18'59,7''
16	Lago Piura (Canutama)	64°20'5,7''	06°37'8,8''
17	Lago Preto do Mucuim (Canutama)	64°20'13,4''	06°37'11,8''
18	Lago Comprido/Ancori/ (Tapauá)	63°15'9,6''	05°38'8,6''
19	Rio Ituxi (Lábrea)	64°54'01''	07°19'53,9''
20	Rio Mucuim (Canutama)	64°20'10,3''	06°36'03''
21	Rio Tapauá- Int. (Tapauá)	64°23'51,8''	05°46'38,6''
22	Rio Tapauá- boca (Tapauá)	64°23'46,4''	05°46'30,7''
23	Igarapé do Ancori (Tapauá)	63°14'10,2''	05°38'14,4''
24	Rio Ipixuna (Tapauá)	63°11'42,3''	05°38'8,2''
25	Lago Preto (Lábrea) - Abastecimento	64°46'48''	07°15'00''
26	Lago Barbalho (Tapauá)	63°44'43,1''	05°41'38,4''
27	Lago Arimã Grande (Tapauá)	63°43'74,5''	05°40'30,9''
28	Lago Arumã (Beruri)	62°07'23''	04°45'18,8''
29	Lago Arumã (Beruri)	62°06'19,5''	04°46'2,5''
30	Lago Castanho (Beruri)-Boca	61°23'05''	03°55'33,6''
31	Lago Castanho (Beruri)	61°25'4,1''	03°57'36,3''
32	Lago Beruri (Beruri)	61°20'37,3''	03°49'38''
33	Lago Beruri (Beruri)	61°19'48,3''	03°49'50,6''
34	Lago Beruri-Boca (Beruri)	61°20'50,1''	03°49'47,4''
35	Igarapé Caititu (Lábrea)	64°48'18,1''	07°15'35''
36	Igarapé Itália (Beruri)	61°22'11,3''	03°53'26,9''
37	Paraná Estopa (Beruri)	61°33'41,4''	04°01'11,8''

Fonte: Rios-Villamizar, 2008.

Os parâmetros utilizados nessa pesquisa foram condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, temperatura, pH, transparência, turbidez, cor, sólidos totais em suspensão, dureza total, fosfatos, fósforo total, amônia, nitritos, nitratos, nitrogênio total, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e coliformes (totais-fecais). Abaixo (Quadro 5) são apresentadas as metodologias específicas utilizadas nas determinações das variáveis limnológicas e os aparelhos utilizados nas medições de campo. Todos os métodos utilizados estão descritos em (APHA, 2003). A Figura 14 mostra os locais em que foram retiradas as amostras e a proximidade com as cidades envolvidas na pesquisa.

QUADRO 4. Descrição dos aparelhos de medição e os métodos utilizados nas análises da água.

Variáveis Limnológicas	Aparelho/Métodos
Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	condutivímetro digital SCHOTT
Oxigênio dissolvido (OD) ($\text{mg}/\text{L O}_2$)	oxímetro digital SCHOTT
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	oxímetro digital SCHOTT
pH (unidades)	pH-metro digital WTW
Transparência (cm)	disco Secchi
Turbidez (NTU)	turbidímetro POLILAB
Cor ($\text{mg}/\text{L Pt}$)	spectrofotometria
Sólidos em Suspensão totais (mg/L)	gravimetria
Dureza Total ($\text{mg}/\text{L CaCO}_3$)	titulometria por compleximetria
Fosfatos ($\text{mg}/\text{L PO}_4^{3-}$)	spectrofotometria, Golterman (1970)

Fósforo Total (mg/L P tot)	spectrofotometria, (Valderrama 1981)
Amônio (mg /L NH ₄ ⁺)	spectrofotometria, Mackereth et al., (1978)
Nitritos (mg /L NO ₂ ⁻)	spectrofotometria (Golterman & Clymo, 1971)
Nitratos (mg /L NO ₃ ⁻)	spectrofotometria, Golterman (1970)
Nitrogênio Total (mg /L N)	spectrofotometria, Valderrama (1981)
DBO (mg/L O ₂)	titulometria por iodimetria, Golterman & Clymo (1971)
DQO (mg/L O ₂)	titulometria de oxidorredução, Golterman(1970)
Coliformes Fecais e Totais (P-A)*	luorescência
Profundidade (m)	profundímetro

*Presença-Ausência

Fonte: Ríos-Villamizar, 2008

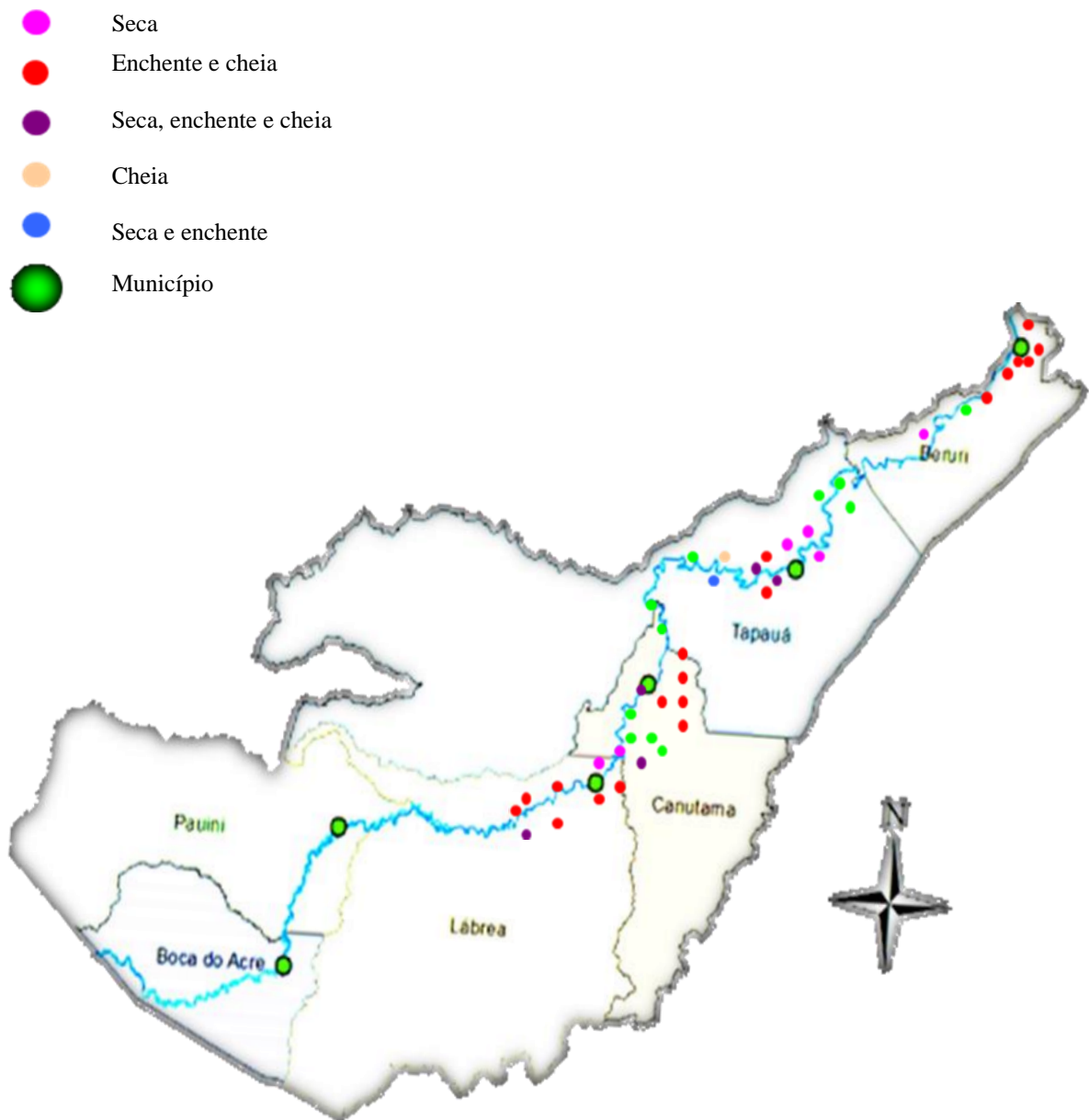


FIGURA 13. Pontos de coleta na Bacia do Purus.
Org. Débora Gama

3.3 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

O método adotado nessa pesquisa foi o teste de hipótese, utilizando o teste estatístico “t-student” ou simplesmente “teste t”, muito usado para a confirmação de parâmetros amostrais (média) em relação a valores previstos para uma determinada população com $n < 200$.

Os procedimentos para análise estatística desta pesquisa obedeceram, primeiramente, o estabelecimento da hipótese nula e alternativa a partir dos valores das médias e desvio-padrão dos parâmetros adotados na pesquisa base. Ressalta-se a importância das variáveis limnológicas ou parâmetros escolhidos para a caracterização das qualidades naturais dos rios, principalmente, “as águas amazônicas” que possuem segundo Lopes (1992) “*peculiaridades ambientais*” ligadas ao histórico geológico e geoquímico da região. Enderlein (1997) defende também o uso desses parâmetros tradicionais como definidores das tomadas de decisões incidentes no delineamento de propostas para as políticas de qualidade hídrica.

Abaixo o enunciado para a hipótese nula (H_0) e alternativa (H_a) com o descritivo das hipóteses - componentes do “teste t”.

$H_0: \mu \leq \mu_0$ Sendo μ : média das análises para os corpos d’água da Bacia do Purus
Sendo μ_0 : valor especificado pela Resolução CONAMA nº357/05

$H_a: \mu > \mu_0$

$H_0 \Rightarrow$ Baixa antropização sem grandes alterações das condições naturais dos corpos d’água

$H_a \Rightarrow$ Rejeição da Hipótese nula – alteração significativa ou águas antropizadas

No caso da hipótese nula (H_0) foi tomada a classificação da Resolução CONAMA Nº 357/05 para Águas Doces segundo os critérios das Classes Especial e 1 para as águas naturais amazônicas do rio Purus e adjacências, e como hipótese alternativa (H_a) a rejeição da

condição de águas naturais para os valores apresentados para aqueles corpos d'água. O nível de significância adotado é de $\alpha=0,05$. A análise dos valores médios e do desvio padrão seguiu a classificação das águas amazônicas em Brancas, Pretas e Mistas (tabelas 5, 6 e 7) para os períodos sazonais da cheia, seca e enchente.

Os valores da Resolução CONAMA N° 357/05 considerados para a formatação da hipótese nula na tabela Excel obedeceu à Seção II, artigo 14, incisos I, alíneas das letras g a m; inciso II, tabela 1 nos parâmetros seguintes: sólidos dissolvidos totais, fósforo total (ambiente lântico), fósforo total (ambientes lóticos e tributários de ambientes intermediários), nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal ou amônia livre. Como os valores estabelecidos para H_0 são limitantes ou/e em níveis máximos (Tabela 8) os testes foram direcionais (uni-caudal), para a aceitação ou a rejeição da hipótese nula.

TABELA 5. Valores médios e desvio padrão das diferentes variáveis limnológicas das águas brancas da bacia do Rio Purus.

Variável \ Período	Seca	Cheia	Enchente
Condutividade Elétrica	91,88 ± 36,05	26,36 ± 11,14	41,47 ± 16,46
Oxigênio Dissolvido	5,60 ± 2,08	3,02 ± 0,83	4,40 ± 0,35
Temperatura	30,08 ± 0,48	27,72 ± 0,82	29,49 ± 0,82
pH	7,12 ± 0,64	5,99 ± 0,51	6,55 ± 0,60
Transparência	24,6 ± 9,89	26,78 ± 10,17	13,2 ± 8,50
Turbidez	22,44 ± 5,55	42,25 ± 27,83	7,72 ± 4,07
Cor	55,27 ± 18,53	259,93 ± 148,97	192,30 ± 64,02
Sólidos totais em Suspensão	-	109,25 ± 75,91	87,33 ± 42,65
Dureza	41,64 ± 16,04	16,46 ± 10,14	21 ± 6,78
Fosfato	0,014 ± 0,006	0,022 ± 0,028	0,059 ± 0,028
Fósforo Total	0,039 ± 0,028	0,038 ± 0,039	0,219 ± 0,077
Amônia	0,68 ± 0,56	0,082 ± 0,089	0,19 ± 0,19
Nitrito	0,005 ± 0,002	0,018 ± 0,016	0,019 ± 0,009
Nitrato	0,044 ± 0,008	0,710 ± 0,202	0,205 ± 0,182
Nitrogênio Total	-	-	0,472 ± 0,183
DBO	2,47 ± 0,52	1,56 ± 1,64	2,18 ± 1,85
DQO	3,74 ± 1,32	26,52 ± 1,99	33,96 ± 3,24

Fonte: Rios-Villamizar, 2008

TABELA 6. Valores médios e desvio padrão das diferentes variáveis limnológicas das águas mistas da bacia do Rio Purus.

Variável \ Período	Seca	Cheia	Enchente
Condutividade Elétrica	28,92 ± 10,76	22,07 ± 8,02	28,13 ± 11,43
Oxigênio Dissolvido	2,75 ± 0,13	2,55 ± 1,18	3,65 ± 1,04
Temperatura	29,27 ± 3,37	28,46 ± 0,79	30,45 ± 0,60
pH	7,03 ± 0,75	6,22 ± 0,26	6,52 ± 0,73
Transparência	64,50 ± 45,96	64,62 ± 30,09	43,67 ± 21,21
Turbidez	22,0 ± 17,09	12,47 ± 8,72	2,62 ± 1,57
Cor	41,39 ± 14,32	261,95 ± 143,18	22,81 ± 19,12
Sólidos totais em Suspensão	-	35,87 ± 21,38	86,65 ± 58,19
Dureza	14,28 ± 6,16	11,52 ± 5,13	12,80 ± 5,07
Fosfato	0,018 ± 0,013	0,019 ± 0,025	0,025 ± 0,011
Fósforo Total	0,039 ± 0,013	0,062 ± 0,039	0,102 ± 0,036
Amônia	0,40 ± 0,34	0,086 ± 0,050	0,342 ± 0,158
Nitrito	0,004 ± 0,0	0,005 ± 0,002	0,005 ± 0,003
Nitrato	0,040 ± 0,0	0,507 ± 0,177	0,046 ± 0,021
Nitrogênio Total	-	-	0,482 ± 0,201
DBO	-	2,04 ± 1,64	3,15 ± 1,42
DQO	12,15 ± 1,17	32,84 ± 12,27	39,02 ± 8,29

Fonte: Rios-Villamizar (2008)

TABELA 7. Valores médios e desvio padrão das diferentes variáveis limnológicas das águas pretas da bacia do Rio Purus.

Variável \ Período	Seca	Cheia	Enchente
Lagos			
Condutividade Elétrica	25,94 ± 18,81	8,1 ± 5,88	13,23 ± 8,62
Oxigênio Dissolvido	2,62 ± 1,07	1,8 ± 0,62	3,33 ± 1,78
Temperatura	30,94 ± 2,23	27,99 ± 0,54	30,95 ± 2,34
pH	6,89 ± 0,71	5,40 ± 0,41	5,20 ± 0,74
Transparência	120 ± 0,0	110,43 ± 28,24	52,67 ± 35,23
Turbidez	6,82 ± 7,96	4,61 ± 6,46	1,00 ± 0,89
Cor	26,48 ± 9,54	143,24 ± 163,72	27,80 ± 14,34
Sólidos totais em Suspensão	-	35,62 ± 34,97	66,83 ± 40,06
Dureza	12,90 ± 10,04	3,72 ± 2,62	6,22 ± 3,69
Fosfato	0,010 ± 0,003	0,009 ± 0,0	0,021 ± 0,012
Fósforo Total	0,027 ± 0,004	0,014 ± 0,003	0,071 ± 0,036
Amônia	0,49 ± 0,25	0,124 ± 0,083	0,104 ± 0,109
Nitrito	0,004 ± 0,0	0,004 ± 0,0	0,038 ± 0,081
Nitrato	0,04 ± 0,0	0,418 ± 0,250	0,221 ± 0,402
Nitrogênio Total	-	-	0,511 ± 0,396
DBO	7,03 ± 1,11	1,35 ± 1,76	2,05 ± 1,02
DQO	12,72 ± 5,61	23,66 ± 4,43	43,96 ± 17,38

TABELA 7. Continuação

Variável \ Período	Rios		
	Seca	Cheia	Enchente
Condutividade Elétrica	15,10 ± 0,1	8,40 ± 2,32	8,00 ± 4,04
Oxigênio Dissolvido	5,80 ± 2,26	1,03 ± 0,33	3,53 ± 1,53
Temperatura	30,27 ± 0,06	28,00 ± 1,41	29,02 ± 0,52
Ph	7,34 ± 0,50	5,31 ± 0,36	5,33 ± 0,73
Transparência	-	91,00 ± 34,59	59,75 ± 21,70
Turbidez	18,33 ± 1,53	5,78 ± 5,13	1,06 ± 0,61
Cor	44,13 ± 5,94	232,63 ± 171,35	20,20 ± 9,91
Sólidos totais em Suspensão	-	54,50 ± 31,65	78,50 ± 15,22
Dureza	4,70 ± 1,27	5,54 ± 3,16	5,88 ± 4,66
Fosfato	0,012 ± 0,003	0,009 ± 0,0	0,018 ± 0,008
Fósforo Total	0,027 ± 0,004	0,015 ± 0,004	0,115 ± 0,073
Amônia	0,70 ± 0,85	0,114 ± 0,063	0,291 ± 0,280
Nitrito	0,007 ± 0,004	0,004 ± 0,0	0,004 ± 0,0
Nitrato	0,052 ± 0,021	0,471 ± 0,162	0,04 ± 0,0
Nitrogênio Total	-	-	0,400 ± 0,217
DBO	3,13 ± 0,15	0,94 ± 0,64	1,91 ± 1,64
DQO	5,37 ± 2,04	24,37 ± 3,36	43,39 ± 18,42

Fonte: Rios-Villamizar (2008)

TABELA 8. Valores segundo Resolução CONAMA N° 357/05 para a hipótese nula (H₀).

Parâmetros	Valores (UND)
Coliformes Termotolerantes (c t)	200 (c t)/ml em 80% em pelo menos 6 amostras/ano
DBO 5 dias a 20° C	até 3mg/L O ₂
OD, em qualquer amostra	não inferior a 6mg/L O ₂
Turbidez	até 40 und nefelométrica de turbidez (UNT)
Cor verdadeira	nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L
pH	6,0 a 9,0
Sólidos dissolvidos totais	500mg/L
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,020 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributário de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio Amoniacal Total	3,7 mg/L N, para pH ≤ 7,5
	2,0 mg/LN, para 7,5 < pH ≤ 8,0
	1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5
	0,5 mg/L N, para pH > 8,5

Fonte: CONAMA
Org. Débora Gama

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os objetivos propostos para este trabalho, primeiramente foi realizada a comparação dos valores das médias obtidas na pesquisa base da bacia do rio Purus com os valores encontrados na literatura referencial para as águas naturais amazônicas. Nas tabelas 9, 10 e 11 são mostradas as comparações feitas para as águas brancas, pretas e mistas, respectivamente.

É importante destacar a importância desses estudos como marco referencial teórico, principalmente para referendar as buscas por uma caracterização da tipologia hídrica das águas amazônicas. Pesquisas como a de Harold Sioli (1991) foram fundamentais para a investigação e compreensão das fases de transições sazonais e definição das tipologias das águas amazônicas. Outras pesquisas como a de Furch & Junk (1997), contribuíram para a caracterização físico-química dos rios de águas brancas, pretas e lagos de várzea. Os estudos de Lopes (1992) mostraram os aspectos físicos, químicos e ecológicos de misturas das águas naturais brancas e pretas e sua influência nos compostos húmicos e nos sólidos minerais.

As avaliações comparativas dos valores médios das diferentes variáveis limnológicas das águas brancas da Bacia do Purus demonstraram que as variáveis condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, temperatura, transparência, turbidez, cor, pH, sólidos totais em suspensão, dureza, fosfato e fósforo total, amônia, nitrito e nitrogênio total, DBO, DQO se encontram dentro do intervalo estabelecido para as águas brancas naturais, de acordo com dados encontrados em Lopes (1992), Santos & Ribeiro (198), Furch & Junk (1984), Queiroz (2006), Rai & Hill (1984), Azevedo (2006), Schmidt (1972), em pesquisas realizadas em águas naturais do rio Solimões-Amazonas, igarapés de águas brancas e lagos de várzea. As pequenas alterações químicas ocasionais podem ser originadas pela “(...) *grande abundância de capim flutuante que, em parte entra em decomposição, produzindo gases tóxicos, como*

H_2S , CH_4 , CO_2 etc”, e os processos de erosão tão comuns em águas de várzeas (SANTOS & RIBEIRO, 1988). Ademais, segundo Junk (1983) para vários rios da Amazônia que possuem suas origens na região Andina e pré-andina como o Rio Amazonas e, no caso, o Rio Purus a carga de sedimentos é relativamente alta, em sua maioria formada por sedimentos cretáceos alcalinos ricos em sais minerais, sendo que o diferencial dessas águas em relação às pretas ocorre no percentual a mais de íons de cálcio como demonstram os estudos de Santos & Ribeiro (1988) para o Rio Solimões-Purus.

As águas pretas, por outro lado, nascem nos escudos arqueanos das Guianas e do Brasil Central ou ainda nos sedimentos terciários da bacia Amazônica carreando assim pequena quantidade de sedimentos. Como possuem baixos níveis de cálcio e magnésio são mais ácidas, constituídas com maiores percentuais de potássio e sódio, bem como de material húmico (SANTOS & RIBEIRO, 1988). Com isso, os resultados obtidos nas comparações feitas com as águas pretas da bacia do Purus, entre águas captadas em rios e lagos, denotaram para esses corpos d’água níveis adequados aos valores considerados naturais encontrados em Lopes (1992), Furch & Junk (1997), Horbe & Oliveira (2008), Horbe *et al.*(2005), Assad *et al.*(2003), Rai & Hill(1984), Santos *et al.*(2006) e Queiroz (2006). Ressalta-se que as muitas diferenças químicas nas águas Amazônicas são resultantes do processo pluviométrico que favorecem a lixiviação de muitas substâncias para as águas, conferindo a estas diversos tons, concentrações de material húmico e de sais minerais (SANTOS *et al.*, 1984).

De acordo com Junk (1983) as águas mistas ou claras são consideradas mais transparentes e às vezes em tons esverdeados, a exemplo das águas do rio Tapajós, com poucos materiais em suspensão, pobres em sais minerais, poucas concentrações de cálcio e magnésio e maiores percentuais de sódio e potássio. O pH varia do ácido ao neutro dependendo das características geológicas da área onde estão inseridas as águas. Os resultados da análise comparativa também confirmam, para as coletas feitas nos igarapés e lagos de

águas mistas das adjacências de Lábrea, Canutama, Tapauá e Beruri, valores condizentes aos encontrados em pesquisas realizadas por Lopes (1992), Junk (1983) e Rai & Hill (1984) para águas mistas naturais em localidades do médio Amazonas.

Em relação aos parâmetros de coliformes fecais e totais para águas pretas, brancas e mistas foram verificados, por meio da metodologia da fluorescência, apenas a presença ou ausência desses no entorno dos centros urbanos e demais localidades (alguns tributários) próximas ao rio Purus. Os resultados foram positivos para locais em área urbana sem esgotamento sanitário sendo considerados assim pontuais. Dessa forma a pesquisa base não identificou valores que pudessem ser avaliados e comparados tanto pela literatura referencial quanto pelo teste t.

Para as demais comparações, foram confirmadas que as médias apresentadas na pesquisa base, para amostras coletadas a montante da cidade de Lábrea e a jusante da cidade de Beruri²², refletem as características naturais esperadas para as águas amazônicas, com baixos níveis de antropização. Portanto, para as águas do rio Purus e demais localidades amostrais, considera-se a hipótese nula aceita para aplicação do enquadramento dos corpos d'água em Classe Especial e/ou em Classe 1, rejeitando-se a condição de águas antropizadas. Ressalta-se, entretanto, que esses resultados não configuram uma noção absoluta para a classificação das águas da bacia do Purus: trata-se de um esforço para se corroborar cientificamente a dificuldade de aplicação, em águas amazônicas, de padrões e critérios de qualidade, eminentemente moldados para outras regiões do país. Diante disso, foram realizados os testes de hipótese para a Classe 1 da Resolução do CONAMA Nº 357/05, de uso mais restritivo.

²²

As identificações geográficas dos locais amostrais estão nas páginas 84, 85 e 86.

TABELA 9. Comparação entre os valores médios das variáveis limnológicas para as águas brancas da Bacia do Purus com os valores da literatura para as águas brancas naturais.

Variável	Unidade	Seca	Cheia	Enchente	Faixa de valores para as águas brancas	Fonte
Condutividade Elétrica	$\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$	91,88	26,36	41,47	43,50 - 68,20 50,0 - 96,9	Lopes (1992); Furch & Junk (1997)
Oxigênio Dissolvido	$\text{mg}/\text{l O}_2$	5,60	3,02	4,40	3,2 - 6,8 4,0 - 5,5	Santos & Ribeiro (1988); Furch & Junk (1997)
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	30,08	27,72	29,49	26,30 - 27,60 29,48 - 32,2	Lopes (1992); Queiroz (2006)
pH	unidades	7,12	5,99	6,55	6,00 - 7,90 6,85 - 7,20 6,7-6,9 6,9 (Purus- foz)	Furch & Junk (1997); Lopes (1992); Furch <i>at al.</i> (1982); Santos & Ribeiro (1988)
Transparência	cm	24,6	26,78	13,2	40 - 60	Lopes (1992)
Turbidez	NTU	22,44	42,25	7,72	20,4 - 60	Queiroz (2006);
Cor	$\text{mg}/\text{l Pt}$	55,27	259,93	192,30	15-54 19 (Purus-foz); 184 - 511	Santos & Ribeiro (1988); Santos & Ribeiro (1988) Azevedo (2006)
Sólidos totais em Suspensão	mg/l	-	109,25	87,33	31 - 247	Furch & Junk (1997);
Dureza	$\text{mg}/\text{l CaCO}_3$	41,64	16,46	21	24 - 26	Azevedo (2006)
Fosfato	$\text{mg}/\text{l PO}_4^{3-}$	0,014	0,022	0,059	0,012 - 0,91 0,003 - 0,025	Queiroz (2006); Schmidt (1972) Lopes (1992)
Fósforo Total	$\text{mg}/\text{l P tot.}$	0,039	0,038	0,219	0,01 - 0,17 0,03 (Purus-foz); 65-115,7	Santos & Ribeiro (1988); Santos & Ribeiro (1988); Rai & Hill (1984)
Amônia	$\text{mg}/\text{l NH}_4^+$	0,68	0,082	0,19	0,3 - 11,1 0,3 - 0,4 0,3 - 0,4	Furch & Junk (1997); Schmidt, (1972); Azevedo (2006)
Nitrito	$\text{mg}/\text{l NO}_2$	0,005	0,018	0,019	0,002 0,000 - 0,006	Schmidt, (1972); Lopes (1992)
Nitrato	$\text{mg}/\text{l NO}_3$	0,044	0,710	0,205	0,018 - 0,085 0,54 - 14,74 3,4 - 52,2	Lopes (1992); Furch & Junk (1997); Rai & Hill (1984)
Nitrogênio Total	$\text{mg}/\text{l N tot}$	-	-	0,472	25,7 - 60,0 0,603	Rai & Hill (1984); Schmidt, (1972)
DBO	$\text{mg}/\text{l O}_2$	2,47	1,56	2,18	1,99 0,1 - 0,3	Sant'ana (2006); Furch & Junk (1997)
DQO	$\text{mg}/\text{l O}_2$	3,74	26,52	33,96	-	-

TABELA 10. Comparação entre os valores médios das variáveis limnológicas das águas pretas (lagos e rios) com os valores da literatura para as águas pretas naturais.

Variável	Unidade	Seca		Cheia		Enchente		Faixa de valores para as águas pretas	Fonte
		Lago	Rios	Lagos	Rios	Lagos	Rios		
Condutividade Elétrica	$\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$	25,94	15,10	8,1	8,40	13,23	8,00	8, 20 – 10, 30 7, 3 – 15, 8 7, 80 – 19,80 6, 10 – 13, 36	Lopes (1992); Furch & Junk (1997); Horbe & Oliveira (2008); Horbe <i>et al.</i> (2005)
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	2,62	5,80	1,8	1,03	3,33	3,53	18,09 – 33,5; 9, 8 – 11, 06	Assad <i>et al.</i> (2003); Rai & Hill (1984)
Temperatura	°C	30,94	30	27,99	28,00	30,95	29,02	30, 08 – 31, 65 25, 83 – 26, 42	Lopes (1992); Horbe <i>et al.</i> (2005)
pH	unidades	6,89	7,34	5,40	5,31	5,20	5,33	4, 40 – 6, 20 4, 60 – 5, 15 4, 44 – 6, 21 3, 6 – 6, 6	Furch & Junk (1997); Lopes (s.d); Horbe & Oliveira (2008); Santos <i>et al.</i> (1984)
Transparência	cm	120	-	110,43	91,00	52,67	59,75	95 – 115	Lopes (1992)
Turbidez	NTU	6,82	18,33	4,61	5,78	1,00	1,06	12 5, 92 – 10, 85	Queiroz (2006); Horbe <i>et al.</i> (2005)
Cor	mg/L Pt	26,48	44,13	143,24	232,63	27,80	20,20	19 32 - 312	Cunha (2006); Santos <i>et al.</i> (1984);
Sólidos totais em Suspensão	mg/L	-	-	35,62	54,50	66,83	78,50	9, 00 – 71,00	Santos <i>et al.</i> (1984)
Dureza	mg/L CaCO ₃	12,90	4,70	3,72	5,54	6,22	5,88	0, 29 – 0, 46	Horbe <i>et al.</i> (2005)
Fosfato	mg/L PO ₄ ³⁻	0,010	0,012	0,009	0,009	0,021	0,018	0, 003 – 0, 008 0, 6 – 74, 2 0, 001- 0, 007	Lopes (1992); Rai & Hill (1984); Horbe & Oliveira (2008);
Fósforo Total	mg/L P tot.	0,027	0,027	0,014	0,015	0,071	0,115	0, 03 – 0, 025 0, 00 – 0, 070	Cunha (2006); Junk (1984); Santos <i>et al.</i> (1984);
Amônia	mg/L NH ₄ ⁺	0,49	0,70	0,124	0,114	0,104	0,291	1, 2 – 5, 6 0, 12 – 0, 28 0, 03 – 0, 024	Furch & Junk (1997); Horbe <i>et al.</i> (2005); Santos <i>et al.</i> (1984)
Nitrito	mg/L NO ₂ ⁻	0,004	0,007	0,004	0,004	0,038	0,004	0, 000 – 0,002	Lopes (1992)
Nitrato	mg /L NO ₃ ⁻	0,04	0,052	0,418	0,471	0,221	0,04	0, 015 – 0,038 1, 1 – 3, 8 0, 0 – 20, 8/ 11 – 37 0, 04 – 0, 15	Lopes (1992); Furch & Junk (1997); Rai & Hill (1984); Horbe <i>et al.</i> (2005)
Nitrogênio Total	mg/L N tot	-	-	-	-	0,511	0,400	21, 6 – 41, 1	Furch & Junk (1997)
DBO	mg/L O ₂	7,03	3,13	1,35	0,94	2,05	1,91	-	-
DQO	mg/L O ₂	12,72	5,37	23,66	24,37	43,96	43,39	10, 57 – 16, 27 - 20,78	Horbe <i>et al.</i> (2005)

TABELA 11. Comparação entre os valores médios das variáveis limnológicas das águas mistas com os valores da literatura para as águas mistas naturais.

Variável	Unidade	Seca	Cheia	Enchente	Faixa de valores para as águas mistas	Fonte
Condutividade Elétrica	$\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$	28,92	22,07	28,13	28,00 – 70,00 6 - ≥ 50 (20°C)	Lopes (1992); Junk (1983)
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	2,75	2,55	3,65	-	-
Temperatura	°C	29,27	28,46	30,45	27,50 – 29,00 4,5 - ≥ 7	Lopes (1992); Junk (1983)
Ph	unidades	7,0	6,22	6,52	5,90 – 8,02	Lopes (1992)
Transparência	cm	64,50	64,62	43,67	60,0 – 90,0	Lopes (1992)
Turbidez	NTU	22,0	12,47	2,62	-	-
Cor	mg/L Pt	41,39	261,95	22,81	-	-
Sólidos totais em Suspensão	mg/L	-	35,87	86,65	-	-
Dureza	mg/L CaCO ₃	14,28	11,52	12,80	-	-
Fosfato	mg/L PO ₄ ³⁻	0,018	0,019	0,025	0,056 – 0,196 0,0 – 49,4	Lopes (1992); Rai & Hill (1984)
Fósforo Total	mg/L P tot.	0,039	0,062	0,102	-	-
Amônia	mg/L NH ₄ ⁺	0,40	0,086	0,342	-	-
Nitrito	mg/L NO ₂ ⁻	0,004	0,005	0,005	0,004 – 0,035	Lopes (1992);
Nitrato	mg/L NO ₃ ⁻	0,040	0,507	0,046	0,064 – 0,170 0,2 – 18,1	Lopes (1992); Rai & Hill (1984)
Nitrogênio Total	mg/L N tot	-	-	0,482	-	-
DBO	mg/L O ₂	-	2,04	3,15	-	-
DQO	mg/L O ₂	12,15	32,84	39,02	-	-

As variáveis condutividade elétrica, temperatura, transparência, dureza total, fosfato, e demanda química de oxigênio (DQO) não apresentaram condições e padrões qualitativos para o enquadramento, segundo definição da Resolução do CONAMA Nº 357/05. Todavia, a lei não deixa explícito para o parâmetro cor, na Classe 1, qual o valor limite para as águas naturais: “*nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L*”, bem como, não atestou valores para os metais alcalinos sódio (Na), potássio (K) e dos metais alcalinos terrosos cálcio (Ca), constituintes tão característicos para as águas Amazônicas (CONAMA, 2005). Dificultando, desta forma, uma análise comparativa mais crítica dos valores apresentados na Resolução.

Os valores médios das variáveis limnológicas analisadas na época da seca não apresentaram diferenças estatisticamente significativas em relação aos padrões de qualidade estabelecidos na Resolução do CONAMA Nº 357/2005 para a Classe 1 (Tabela 12). Entretanto, observaram-se diferenças estatisticamente significativas para o oxigênio dissolvido na cheia e enchente, quando os valores médios determinados foram menores que o valor padrão estabelecido pela legislação. Na época de enchente, também se observou que o valor médio para fósforo total foi significativamente maior que o padrão estabelecido na legislação.

Em relação às águas pretas analisadas para os lagos, observou-se que os valores de oxigênio dissolvido foram significativamente menores que o padrão da Resolução CONAMA Nº 357/2000 na seca, cheia e enchente (Tabela 13). O pH para os períodos de cheia e enchente apresentou médias significativamente menores que o padrão. O valor médio do variável fósforo total foi significativamente maior que o padrão estabelecido na legislação. Finalmente, o valor médio para a DBO na seca foi maior que o padrão definido na legislação.

Os valores médios das variáveis limnológicas analisadas para os rios de água preta da bacia do Purus não apresentaram diferenças significativas com os valores padrões estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/05 para a Classe 1, na época da seca (Tabela

14). Entretanto, os valores médios de pH e de oxigênio dissolvido foram significativamente menores que o valor padrão da legislação, na época de cheia e da enchente.

No caso das águas mistas a única variável que apresentou diferença estatisticamente significativa entre os valores médios determinados nas diversas fases do ciclo hidrológico e o padrão definido na Resolução CONAMA nº 357/05 para a Classe 1 foi o oxigênio dissolvido (OD) (Tabela 15).

Durante a época da cheia é comum observar modificações nas características físico-químicas das águas, em função do ciclo hidrológico. Estas mudanças geralmente são mais acentuadas nos lagos que nos rios. Nos lagos que possuem conexão com rios, a entrada da água do rio faz com que aumente a profundidade dos mesmos e se estabeleça uma forte estratificação térmica. Em geral, durante a cheia, a maior parte dos lagos tem regime de mistura meromítico, ou seja, a mistura ou circulação somente acontece nas camadas d'água superficiais. Isto faz com que as camadas mais profundas (hipolímnio) fiquem com pouco oxigênio (hipóxico) ou mesmo sem oxigênio (anóxico). A estratificação térmica determina mudança nos processos de decomposição, e como as camadas d'água superficiais (epilímnio) permanecem isoladas das camadas profundas (hipolímnio), em geral nesta camada de água observa-se uma depleção de nutrientes. Deve-se mencionar que haverá diferenças no comportamento dos corpos d'água em relação ao ciclo hidrológico, dependendo do tipo de água (branca ou preta), do tempo de isolamento ou conexão com o sistema fluvial principal e tipo de água do mesmo, e da influência da drenagem de áreas de terra firme, com características físico-químicas diferenciadas, bem como do tipo de lago. Estes fatores fazem que exista uma grande heterogeneidade nas características físico-químicas da água.

TABELA 12 – Resultado Teste t para as águas brancas

Variável	Unidade	Seca			Cheia			Enchente		
		Média e Desvio Padrão	H _o	Teste t (p)	Média e Desvio Padrão	H _o	Teste t (p)	Média e Desvio Padrão	H _o	Teste t (p)
Condutividade Elétrica	µS/cm ⁻¹	91,88 ± 36,05	SP	-	26,36 ± 11,14	SP	-	41,47 ± 16,46	SP	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	5,60 ± 2,08	≥ 6	0,29	3,02 ± 0,83	≥ 6	<0.0001*	4,40 ± 0,35	≥ 6	<0.0001*
Temperatura	°C	30,08 ± 0,48	SP	-	27,72 ± 0,82	SP	-	29,49 ± 0,82	SP	-
pH	Unidades	7,12 ± 0,64	6.0 - 9.0	DP	5,99 ± 0,51	6.0 - 9.0	DP	6,55 ± 0,60	6.0 - 9.0	DP
Transparência	cm	24,6 ± 9,89	SP	-	26,78 ± 10,17	SP	-	13,2 ± 8,50	SP	-
Turbidez	NTU	22,44 ± 5,55	≤ 40	0,99	42,25 ± 27,83	≤ 40	0,61	7,72 ± 4,07	≤ 40	1
Cor	mg/L Pt	55,27 ± 18,53	SP	-	259,93 ± 148,97	SP	-	192,30 ± 64,02	SP	-
Sólidos totais em Suspensão	mg/L	-	< 500	-	109,25 ± 75,91	< 500	0,99	87,33 ± 42,65	< 500	1
Dureza	mg/L CaCO ₃	41,64 ± 16,04	SP	-	16,46 ± 10,14	SP	-	21 ± 6,78	SP	-
Fosfato	mg/L PO ₄ ³⁻	0,014 ± 0,006	SP	-	0,022 ± 0,028	SP	-	0,059 ± 0,028	SP	-
Fósforo Total	mg/L P tot.	0,039 ± 0,028	Lêntico (lago) <0.020; Lótico (rio)<0.1	0,99	0,038 ± 0,039	Lêntico (lago) <0.020; Lótico (rio)<0.1	0,99	0,219 ± 0,077	Lêntico (lago) <0.020; Lótico (rio)<0.1	<0.0001*
Amônia ou Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH ₄ ⁺	0,68 ± 0,56	< 3,7	0,99	0,082 ± 0,089	< 3,7	1	0,19 ± 0,19	< 3,7	1
Nitrito	mg/L NO ₂ ⁻	0,005 ± 0,002	< 1.0	1	0,018 ± 0,016	< 1.0	1	0,019 ± 0,009	< 1.0	1
Nitrato	mg/L NO ₃ ⁻	0,044 ± 0,008	< 10.0	1	0,710 ± 0,202	< 10.0	1	0,205 ± 0,182	< 10.0	1
Nitrogênio Total	mg/L N tot	-	SP	-	-	sp	-	0,472 ± 0,183	sp	-
DBO	mg/L O ₂	2,47 ± 0,52	< 3	0,007*	1,56 ± 1,64	< 3	0,99	2,18 ± 1,85	< 3	0,92
DQO	mg/L O ₂	3,74 ± 1,32	SP	-	26,52 ± 1,99	SP	-	33,96 ± 3,24	SP	-

H_o = Resolução do CONAMA N° 357/05 para Classe 1

SP = sem padrão

DP = Dentro do intervalo do padrão

* Diferença do padrão estatisticamente significativa

TABELA 13 - Resultado Teste t para as águas pretas – Lagos

Variável	Unidade	Seca			Cheia			Enchente		
		Média e Desvio Padrão	H _o	Teste t (p)	Média e Desvio Padrão	H _o	Teste t (p)	Média e Desvio Padrão	H _o	Teste t (p)
Condutividade Elétrica	μS/cm ⁻¹	25,94 ± 18,81	SP	-	8,1 ± 5,88	sp	-	13,23 ± 8,62	SP	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	2,62 ± 1,07	≥ 6	0.001*	1,8 ± 0,62	≥ 6	<0.0001	3,33 ± 1,78	≥ 6	0.007*
Temperatura	°C	30,94 ± 2,23	SP	-	27,99 ± 0,54	SP	-	30,95 ± 2,34	SP	-
pH	unidades	6,89 ± 0,71	6.0 - 9.0	DP	5,40 ± 0,41	6.0 - 9.0	FP	5,20 ± 0,74	6.0 - 9.0	FP
Transparência	cm	120 ± 0,0	SP	-	110,43 ± 28,24	SP	-	52,67 ± 35,23	SP	-
Turbidez	NTU	6,82 ± 7,96	≤ 40	0,99	4,61 ± 6,46	≤ 40	0,99	1,00 ± 0,89	≤ 40	0,99
Cor	mg/L Pt	26,48 ± 9,54	SP	-	143,24 ± 163,72	SP	-	27,80 ± 14,34	SP	-
Sólidos totais em Suspensão	mg/L	-	< 500	-	35,62 ± 34,97	< 500	0,99	66,83 ± 40,06	< 500	0,99
Dureza	mg/L CaCO ₃	12,90 ± 10,04	SP	-	3,72 ± 2,62	SP	-	6,22 ± 3,69	SP	-
Fosfato	mg/L PO ₄ ³⁻	0,010 ± 0,003	SP	-	0,009 ± 0,0	SP	-	0,021 ± 0,012	SP	-
Fósforo Total	mg/L P tot.	0,027 ± 0,004	Lêntico (lago) <0.020; Lótico (rio)<0.1	0.009*	0,014 ± 0,003	Lêntico (lago) <0.020; Lótico (rio)<0.1	0,99	0,071 ± 0,036	Lêntico (lago) <0.020; Lótico (rio)<0.1	0.009*
Amônia ou Nitrogênio Amoniacal	mg /L NH ₄ ⁺	0,49 ± 0,25	< 3,7	0,99	0,124 ± 0,083	< 3,7	1	0,104 ± 0,109	< 3,7	0,99
Nitrito	mg /L NO ₂ ⁻	0,004 ± 0,0	< 1.0	1	0,004 ± 0,0	< 1.0	1	0,038 ± 0,081	< 1.0	0,99
Nitrato	mg /L NO ₃ ⁻	0,04 ± 0,0	< 10.0	1	0,418 ± 0,250	< 10.0	1	0,221 ± 0,402	< 10.0	0,99
Nitrogênio Total	mg /L N tot	-	SP	-	-	SP	-	0,511 ± 0,396	SP	-
DBO	mg/L O ₂	7,03 ± 1,11	< 3	0.0006*	1,35 ± 1,76	< 3	0,98	2,05 ± 1,02	< 3	0,96
DQO	mg/L O ₂	12,72 ± 5,61	SP	-	23,66 ± 4,43	SP	-	43,96 ± 17,38	SP	-

H_o = Resolução do CONAMA N° 357/05 para Classe 1

SP = sem padrão

DP = Dentro do intervalo do padrão

FP = Fora do intervalo do padrão

* Diferença do padrão estatisticamente significativa

TABELA 14 - Resultado Teste t para as águas pretas – Rios

Variável	Unidade	Seca			Cheia			Enchente		
		Média e Desvio Padrão	H _o	Teste t (p)	Média e Desvio Padrão	H _o	Teste t (p)	Média e Desvio Padrão	H _o	Teste t (p)
Condutividade Elétrica	μS/cm ⁻¹	15,10 ± 0,1	SP	-	8,40 ± 2,32	SP	-	8,00 ± 4,04	SP	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	5,80 ± 2,26	≥ 6	0,47	1,03 ± 0,33	≥ 6	0,0001*	3,53 ± 1,53	≥ 6	0,005*
Temperatura	°C	30,27 ± 0,06	SP	-	28,00 ± 1,41	SP	-	29,02 ± 0,52	SP	-
pH	unidades	7,34 ± 0,50	6.0 - 9.0	DP	5,31 ± 0,36	6.0 - 9.0	FP	5,33 ± 0,73	6.0 - 9.0	FP
Transparência	cm	-	SP	-	91,00 ± 34,59	SP	-	59,75 ± 21,70	SP	-
Turbidez	NTU	18,33 ± 1,53	≤ 40	0,99	5,78 ± 5,13	≤ 40	0,99	1,06 ± 0,61	≤ 40	0,99
Cor	mg/L Pt	44,13 ± 5,94	SP	-	232,63 ± 171,35	SP	-	20,20 ± 9,91	SP	-
Sólidos totais em Suspensão	mg/L	-	< 500	-	54,50 ± 31,65	< 500	0,99	78,50 ± 15,22	< 500	0,99
Dureza	mg/L CaCO ₃	4,70 ± 1,27	SP	-	5,54 ± 3,16	SP	-	5,88 ± 4,66	SP	-
Fosfato	mg/L PO ₄ ³⁻	0,012 ± 0,003	SP	-	0,009 ± 0,0	SP	-	0,018 ± 0,008	SP	-
Fósforo Total	mg/L P tot.	0,027 ± 0,004	Lêntico (lago) <0.020; Lótico (rio) <0.1	0,0004*	0,015 ± 0,004	Lêntico (lago) <0.020; Lótico (rio) <0.1	0,99	0,115 ± 0,073	Lêntico (lago) <0.020; Lótico (rio) <0.1	0,062
Amônia ou Nitrogênio Amoniacal	mg /L NH ₄ ⁺	0,70 ± 0,85	< 3,7	0,99	0,114 ± 0,063	< 3,7	1	0,291 ± 0,280	< 3,7	0,99
Nitrito	mg /L NO ₂ ⁻	0,007 ± 0,004	< 1.0	0,99	0,004 ± 0,0	< 1.0	1	0,004 ± 0,0	< 1.0	1
Nitrato	mg /L NO ₃ ⁻	0,052 ± 0,021	< 10.0	0,99	0,471 ± 0,162	< 10.0	0,99	0,04 ± 0,0	< 10.0	1
Nitrogênio Total	mg /L N tot	-	SP	-	-	SP	-	0,400 ± 0,217	SP	-
DBO	mg/L O ₂	3,13 ± 0,15	< 3	0,14	0,94 ± 0,64	< 3	0,99	1,91 ± 1,64	< 3	0,92
DQO	mg/L O ₂	5,37 ± 2,04	SP	-	24,37 ± 3,36	SP	-	43,39 ± 18,42	SP	-

H_o = Resolução do CONAMA N° 357/05 para Classe 1

SP = sem padrão

DP = Dentro do intervalo do padrão

FP = Fora do intervalo do padrão

* Diferença do padrão estatisticamente significativa

TABELA 15 - Resultado Teste t para as águas mistas

Variável	Unidade	Seca			Cheia			Enchente		
		Média e Desvio Padrão	H _o	Teste t (p)	Média e Desvio Padrão	H _o	Teste t (p)	Média e Desvio Padrão	H _o	Teste t (p)
Condutividade Elétrica	μS/cm ⁻¹	28,92 ± 10,76	SP	-	22,07 ± 8,02	SP	-	28,13 ± 11,43	SP	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	2,75 ± 0,13	≥ 6	0,0001*	2,55 ± 1,18	≥ 6	0,0001*	3,65 ± 1,04	≥ 6	0,0001*
Temperatura	°C	29,27 ± 3,37	SP	-	28,46 ± 0,79	SP	-	30,45 ± 0,60	SP	-
pH	unidades	7,03 ± 0,75	6.0 - 9.0	DP	6,22 ± 0,26	6.0 - 9.0	DP	6,52 ± 0,73	6.0 - 9.0	DP
Transparência	cm	64,50 ± 45,96	SP	-	64,62 ± 30,09	SP	-	43,67 ± 21,21	SP	-
Turbidez	NTU	22,0 ± 17,09	≤ 40	0,98	12,47 ± 8,72	≤ 40	1	2,62 ± 1,57	≤ 40	1
Cor	mg/L Pt	41,39 ± 14,32	SP	-	261,95 ± 143,18	SP	-	22,81 ± 19,12	SP	-
Sólidos totais em Suspensão	mg/L	-	< 500	-	35,87 ± 21,38	< 500	1	86,65 ± 58,19	< 500	0,99
Dureza	mg/L CaCO ₃	14,28 ± 6,16	SP	-	11,52 ± 5,13	SP	-	12,80 ± 5,07	SP	-
Fosfato	mg/L PO ₄ ³⁻	0,018 ± 0,013	SP	-	0,019 ± 0,025	SP	-	0,025 ± 0,011	SP	-
Fósforo Total	mg/L P tot.	0,039 ± 0,013	Lêntico (lago) <0.020;	0,004*	0,062 ± 0,039	Lêntico (lago) <0.020;	0,0001*	0,102 ± 0,036	Lêntico (lago) <0.020;	0,0001*
			Lótico (rio) <0.1	0,99		Lótico (rio) <0.1			0,99	Lótico (rio) <0.1
Amônia ou Nitrogênio Amoniacal	mg/L NH ₄ ⁺	0,40 ± 0,34	< 3,7	0,99	0,086 ± 0,050	< 3,7	1	0,342 ± 0,158	< 3,7	1
Nitrito	mg/L NO ₂ ⁻	0,004 ± 0,0	< 1.0	1	0,005 ± 0,002	< 1.0	1	0,005 ± 0,003	< 1.0	1
Nitrato	mg/L NO ₃ ⁻	0,040 ± 0,0	< 10.0	1	0,507 ± 0,177	< 10.0	1	0,046 ± 0,021	< 10.0	1
Nitrogênio Total	mg/L N tot	-	SP	-	-	SP	-	0,482 ± 0,201	SP	-
DBO	mg/L O ₂	-	< 3	-	2,04 ± 1,64	< 3	0,99	3,15 ± 1,42	< 3	0,35
DQO	mg/L O ₂	12,15 ± 1,17	SP	-	32,84 ± 12,27	SP	-	39,02 ± 8,29	SP	-

H_o = Resolução do CONAMA N° 357/05 para Classe 1

SP = sem padrão

DP = Dentro do intervalo do padrão

* Diferença do padrão estatisticamente significativa

Os valores de pH determinados para os diferentes corpos de água variaram encontram-se dentro da faixa observada para os corpos de água na Amazônia (FURCH & JUNK, 1996). As águas brancas como é o caso do Rio Purus apresentaram valores maiores de pH em função da maior presença de carbonatos, bicarbonatos e metais alcalinos quando comparados com os sistemas de água preta. Nestes corpos d'água os valores de pH foram menores, pois nestes sistemas existe uma maior concentração de ácidos húmicos e fúlvicos, e os carbonatos, bicarbonatos e metais alcalinos estão em baixas concentrações ou praticamente ausentes. Com exceção do lago do Sacado, o lago Redondo, do Capim e Capim-rã tiveram uma elevação dos valores de pH durante a cheia, como consequência da entrada da água do rio Purus. Nos lagos de água preta, as variações do pH em função do ciclo hidrológico foram pequenas. Os valores alcalinos observados na época de seca podem ser decorrentes da decomposição das macrófitas aquáticas, que são uma fonte de carbonatos e bicarbonatos para o sistema, como demonstrado por Furch & Junk (1985).

A condutividade elétrica nos fornece uma ideia da magnitude do conteúdo eletrolítico da água, porém sem podermos diferenciar que tipo de eletrólitos está presente. A condutividade elétrica apresenta uma ampla variação se comparamos os corpos de água branca e preta que variaram entre 4,6 e 60,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, embora caiba ressaltar que esta variação é natural, face às diferenças físico-químicas existentes entre as águas dos mesmos. Além destas diferenças é comum observar variações num mesmo corpo d'água devidas à influência do regime hidrológico. Lagos que são invadidos por águas brancas, mas tem uma grande influência da drenagem de terra firme tem os valores de condutividade elétrica maiores durante a época da enchente e menores durante a seca. Isto é devido a que na época da seca existe uma contínua diluição pela entrada das águas de terra firme, pobres em eletrólitos (SCHMIDT, 1973; FORSBERG *et al.*, 1988; FURCH 1982). Em lagos com menor influência da terra firme os valores de condutividade elétrica são maiores durante a seca. Este aumento é

resultado da decomposição da biomassa vegetal, que libera íons na coluna d'água (FURCH 1982, FURCH & JUNK, 1996). Nos rios, entretanto, não se observam grandes variações da condutividade elétrica em função do ciclo hidrológico.

Durante a época da cheia, é comum observar a depleção de nutrientes nas camadas superficiais dos lagos, devido ao isolamento desta camada com respeito ao hipolímnio, a utilização destes nutrientes pelos produtores primários, principalmente as macrófitas aquáticas e pelo sequestro destes nutrientes pelos sedimentos (SETARO & MELACK, 1984; SMITH & FISHER 1985; FIGUEIREDO, 1986; FORSBERG, *et al*, 1988). O aumento dos níveis de fósforo durante a seca deve-se principalmente à ressuspensão dos sedimentos de fundo durante esta época.

Quanto aos compostos nitrogenados, suas concentrações e suas dinâmicas dependem de vários fatores tais como o tipo de água, a disponibilidade de oxigênio, o consumo pelos produtores primários, a taxa de decomposição da matéria orgânica e o fenômeno de estratificação térmica. As concentrações de nitrato nos lagos foram maiores na cheia que na seca. Este aumento das concentrações nos lagos está principalmente relacionado com a entrada de água dos rios (FORSBERG *et al.*, 1988). Os resultados de amônia estiveram dentro dos valores normalmente observados nesta região, para águas brancas e pretas (FURCH & JUNK, 1996). A diminuição na época da seca geralmente se observa devido a maior entrada de águas da terra firme, pobres nestes elementos (ver mesmo efeito em outros parâmetros como condutividade elétrica).

Considerando que a principal fonte de oxigênio para os lagos amazônicos é a entrada de oxigênio atmosférico pelo processo de difusão, que não apresenta diferenças na época de cheia e seca (MELACK & FISHER, 1983), as diferenças observadas podem ser atribuídas a diminuição da produção fitoplanctônica, pois há maior turbidez e menor disponibilidade de nutrientes devido á precipitação do material que entra do rio e ao isolamento das camadas

profundas pelo processo de estratificação térmica (MELACK & FISHER, 1991). Estes valores, apesar de em muitos casos, se apresentarem abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA N° 357/1005, não refletem uma situação anômala na Amazônia. Neste ponto deve ser feita uma observação sobre esta Resolução, pois a mesma foi estabelecida tomando como referência as características das águas da região centro - sul do país, não sendo levadas em conta as características naturais das águas da Amazônia. Importante frisar que é comum observar águas em concentrações extremamente baixas de oxigênio durante a cheia (JUNK *et al.*, 1983) e em rios as concentrações de oxigênio apresentaram-se de forma geral maiores que nos lagos. A presença de oxigênio nos rios, onde a produção fitoplanctônica e quase inexistente deve-se principalmente à entrada da atmosfera, bem como os fenômenos de turbulência, sem um padrão de variação definido entre a seca e a cheia.

Os valores de turbidez determinados estiveram dentro do intervalo observado em corpos d'água branca, preta e mista da região. Mesmo assim, observa-se uma grande variação nos valores, diferença comumente observada quando comparamos os diferentes sistemas. Os sistemas de águas pretas têm escasso material em suspensão, o que determina uma baixa turbidez.

Os sólidos totais representam a carga de materiais em suspensão, coloidal e em solução. Os sólidos em suspensão correspondem às partículas maiores que 1 micrômetro. Na prática são os sólidos que podem ser retidos por filtração numa análise de laboratório. Os valores de sólidos totais e em suspensão estiveram dentro do intervalo observado para as águas amazônicas tanto pretas como brancas (SCHMIDT, 1972; MEADE *et al.* 1979; MARTINELLI *et al.* 1989).

Os valores de DBO apresentaram pequenas diferenças quando comparamos as amostras de época de seca e de cheia, respectivamente. Valores de DBO para diferentes lagos da Amazônia variam entre 0,5 mg/L na cheia, aumentando até 12 mg/L na época de seca

(JUNK, 1990). Valores maiores que o limite determinado pela legislação, principalmente observados na seca não necessariamente indicam alguma anormalidade ou contaminação, pois a grande carga de matéria orgânica de alguns sistemas, principalmente durante a seca, com a morte da vegetação aquática, produz valores altos de DBO.

Diante desses resultados, a tarefa de classificar e enquadrar os corpos d'água na Amazônia torna-se um grande desafio, considerando a heterogeneidade e as variações sazonais dos sistemas hídricos da região. A necessidade do arcabouço científico é importantíssima para a implementação e negociação de arranjos institucionais voltados para as futuras propostas de enquadramento para a região Amazônica, mediante a aplicação da Resolução nº 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), suplementada pela legislação estadual. Para o Estado do Amazonas o decreto nº 28.678/09 refere-se em seu Capítulo V, Das Águas Superficiais, artigo nº 19, que a Secretaria de Estado e Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável publicará normas complementares disciplinando os estudos para a classificação das águas superficiais em todo o Estado e complementa, em seu parágrafo único, que enquanto não forem definidos parâmetros para as águas superficiais no Amazonas, ficarão em vigor os critérios usados nos parâmetros da legislação federal. Ora para a normativa federal, segundo o Capítulo VI das Disposições Finais e Transitórias artigo nº42, águas amazônicas estão classificadas em Classe 2, de uso menos exigente, o que torna a questão mais contraditória, acarretando muitos conflitos, principalmente, em relação ao licenciamento de atividades potencialmente impactantes.

O enquadramento consiste em um mecanismo instrumental para o planejamento, inclusive, de indicadores qualitativos para a sustentabilidade, bem como, a possibilidade de se prognosticar parâmetros e padrões que definam como ou para que desenvolver tais e quais atividades econômicas a uma determinada região. Esse diálogo estratégico com os macros e micros sistemas econômicos, sociais e ecológicos das unidades de planejamento, é alijado

pelos mecanismos de controle utilizados pelo poder público, que são colocados como o grande mote da situação atual do gerenciamento dos recursos hídricos: o dilema da proteção e/ou disponibilidade dos recursos naturais.

Para Granziera (2001) a preocupação em relação à aplicabilidade do enquadramento de águas no Brasil, ainda é delineada segundo os usos e custos da água, no que se refere à saúde pública e às necessidades econômicas. Dessa forma, o processo de construção das expectativas e dos objetivos reais para o enquadramento deve perpassar pelos seguintes questionamentos: para que enquadrar? Caso não se enquadre, o que vai acontecer? Como enquadrar lagos e rios de regiões com hidrogeomorfologia complexa como os da região Amazônica?

O enquadramento dos corpos d'água, mesmo configurado como instrumento de comando – controle do poder público é sem dúvida um mecanismo de planejamento importante para os anseios da sustentabilidade. O que ocorre é a necessidade de adaptação de seus processos e sistemas de classificação (parâmetros e padrões) de acordo com as dimensões ecológicas das Unidades de planejamentos imbricadas com os mais diversos sistemas climáticos, florísticos e hidrológicos. Para isso, o desenvolvimento de estudos voltados para as tipologias hidroquímicas de águas como as da região Amazônica são impreteríveis a fim de identificar os critérios e padrões que melhor reflitam e caracterizem as águas naturais dos diversos corpos d'água.

Contudo, sabe-se que as águas Amazônicas possuem vocação natural para a aquicultura e a navegação, com seus 18.300 km de rios potencialmente navegáveis, inclusive alguns com calado superior a 20 m. Desse modo, torna-se importante a aplicação de estratégias que contemplem para seus corpos d'água superficiais, tais como os rios, furos, lagos de várzea e terra firme e igarapés, a gestão de espaços democraticamente conservados e protegidos, com tratamento baseado não somente em leitos margeados pela mata ciliar, mas

sob o enfoque das diferenças ecológicas e hídricas dos “*sistemas ribeirinhos*”; interdependentes entre os mais diferentes fatores, onde o planejamento alcance além dos leitos dos rios, mas respeite os espaços físicos e culturais pertencentes às bacias ou sub-bacias hidrográficas (PEREIRA, 2001; BRIGHETTI & SANTOS, 2002).

Uma estratégia, entretanto, deve ser incluída nesse debate: o uso de bioindicadores como instrumento de avaliação para a qualidade das águas. A Resolução CONAMA Nº 357/05 menciona no artigo nº 8; § 3º a possibilidade de se avaliar a qualidade ambiental pelo uso de indicadores biológicos, com a utilização de organismos e/ou comunidades aquáticas. Os cursos de águas superficiais interiores da Amazônia são constituídos por acervo de grande diversidade ecobiológica, demandando assim, análises embasadas em métodos biológicos qualitativos, onde possam ser verificadas alterações, não somente físico-químicos, mas o estado ecológico de comunidades em sua ambiência. Tais análises fornecerão informações para os diagnósticos das mudanças resultantes das pressões antrópicas, refletindo condições consideradas críticas, principalmente, em relação aos efeitos da poluição no ambiente hídrico. Assim, o uso de bioindicadores servirá para o controle da qualidade ambiental por meio do monitoramento biológico sistemático (SOUZA, 2003).

Outra estratégia recomendada seria a criação de “locais de referência” que serviriam como modelos para a avaliação e análise ambiental entre sistemas similares morfológicamente e biologicamente, criando-se “*o estado ecológico*” para uma determinada massa de água superficial. Pizella & Souza (2007) explicam que nesse processo classificatório é importante a identificação de corpos d’água em condições naturais originais ou com baixos níveis de degradação antrópica significativa. Com base no conceito de nível de desvio ecológico, determinado a partir de gradientes de degradação, são realizadas comparações com o objetivo de se definir estratégias para alcançar qualidades necessárias para as massas de águas

consideradas com altos níveis de degradação. A vantagem dessa metodologia de gestão seria a flexibilidade e adaptabilidade às condições locais.

Com esses mosaicos de estratégias buscaram-se encontrar uma definição para a implementação de arranjos classificatórios, mais adaptados aos níveis de desafios infligidos pelas complexidades hídricas da região. O enquadramento como ferramenta de planejamento é essencial do sob o ponto de vista do desenvolvimento sustentável, pois se preocupa com a disponibilidade futura dos serviços ambientais oferecidos pelos recursos hídricos. Mas como metodologia classificatória e norteadora de normas gerais, obrigatórias para o enquadramento das massas de água, ainda é insipiente e deficitária, devendo adotar medidas que lhe confirmem o caráter mais flexível com uma abordagem mais ecossistêmica, principalmente, aos objetivos de qualidade das águas Amazônicas.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os valores médios e os desvios-padrões das variáveis limnológicas apresentados para os diversos corpos d'água, dentre eles igarapés, lagos, desembocaduras e rios, de trecho da bacia do Purus foram considerados similares e dentro dos padrões encontrados na literatura científica para as águas brancas, pretas e mistas. O conteúdo desse referencial compreendeu pesquisas realizadas entre as águas dos rios Solimões e adjacências, Amazonas, Negro a montante e jusante da cidade de Manaus e alguns lagos.

A hipótese nula de que as águas da bacia do Purus conservam seu estado natural com baixos níveis de degradação antrópica foi aceita. Desta forma não se justifica a condição para o enquadramento em Classe 2, com usos menos restritos. Não houve o cálculo do “teste t” para sete parâmetros limnológicos em consequência da desconsideração destes na Resolução CONAMA N° 357/05. Ressalta-se a ausência de parâmetros e padrões limites na caracterização das águas doces Classe Especial para a realização do cálculo do método de hipótese estatístico.

A questão do enquadramento das águas do rio do Purus requer ainda uma definição, essencialmente, negocial e participativa. A bacia a qual o rio Purus faz parte é transfronteiriça e seu território pertence a três nações e dois estados da federação, dando conotações internacionais, federais e estaduais à gestão de suas águas. Na parte brasileira, especificamente no estado do Amazonas, a lei é recente sendo regulamentada há pouco pelo decreto n° 28.678/09 e seu arranjo institucional passa por adaptações estruturais para recepcionar a normativa federal a lei n° 9.433/05 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídrico. Com isso, os critérios e parâmetros a serem adotados para a classificação oficial das águas pertencentes ao estado do Amazonas encontram-se em ajustes e sem amparo negocial que garanta sua aplicabilidade.

Em outro ponto fundamental, recomenda-se que deva ser invertida a questão prioritária dos usos para o enquadramento em classes na Amazônia. Primeiramente, a designação dos usos deve obedecer à avaliação das características físicas, químicas, biológicas, da hidromorfologia e a sistemática do funcionamento dos ecossistemas aquáticos, bem como, a composição social e as vocações econômicas, não somente da área urbana, mas das comunidades ribeirinhas. A visão do planejamento fica restrita a pequenos focos setoriais, sem a compreensão do sistema como um todo, não levando em consideração a unidade de planejamento que é a bacia hidrográfica.

Assim, a aplicabilidade do enquadramento dos corpos d'água para as águas Amazônicas é um instrumento válido. Porém, constitui um processo ainda em desenvolvimento, com a necessidade de adaptações de elementos mais flexíveis à sua aplicação como recurso de gestão e de planejamento. Fundamental é a existência de regras norteadoras para os objetivos da sustentabilidade dos recursos naturais hídricos, entretanto que sejam direcionados a uma posição ecossistêmica para a região, com propostas de classificação balizadas em cenários considerados macros, i.e., onde sejam tomados, como espaços físicos e culturais, os cenários das bacias e sub-bacias hidrográficas e os cenários considerados mais restritos, de pequena abrangência, limitados aos espaços pertencentes aos centros urbanos, tão necessitados do enquadramento de seus corpos d'água em decorrência da falta ou ausência de processos de ocupação harmônicos.

Desse modo, seria preponderante submeter à apreciação critérios e parâmetros próprios para um enquadramento mais restritivo para as águas Amazônicas, onde mediante o caráter supletivo da normativa estadual pudesse ocorrer à adequação de valores que estejam ajustados às especificidades dos períodos do regime hidrológico em cada localidade e das características hidroquímicas das águas.

BIBLIOGRAFIA

ABEAS. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília, 2002.

ADMINISTRAÇÃO DAS HIDROVIAS DA AMAZÔNIA OCIDENTAL – AHIMOC. **Estudo de Transporte e Fluxos de Carga na Hidrovia Purus/Acre**: trecho entre a foz e a cidade de Rio Branco. CODOMAR, 2002. Disponível em: <http://www.ahmoc.com.br/download/estudo_de_transporte_e_Fluxos_de_Carga_na_Hidrovia_Purus.pdf> Acesso em 15 de Março de 2009.

ALENCAR, Edna Ferreira. Políticas Públicas e (In) sustentabilidade social: o caso de comunidades da várzea no alto Solimões, Amazonas. In: LIMA, Débora (Org.). **Diversidade Socioambiental nas Várzeas dos rios Amazonas e Solimões**: perspectiva para o desenvolvimento da sustentabilidade. Manaus: IBAMA, Pró Várzea, 2005.

AMAZONAS. Lei nº 3167, de agosto de 2007. Reformula as normas disciplinadoras da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e estabelece outras providências. Disponível em arquivo eletrônico pen drive cedido pelo **Instituto de Proteção do Amazonas (IPAAM)**.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. **Standard Methods of the Examination of Water and Wasterwater**. New York. 14 ed. 1985.

ANA. **A Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil/The Evolution of Water Resources Management in Brazil**. Brasília: ANA, 2002. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/A_Evolucao_da_Gestao_dos_Recursos_Hidricos_no_Brasil.pdf> Acesso em: 10 de janeiro de 2009.

ANA. **A História do Uso da Água no Brasil**: do descobrimento ao século XX. Brasília: ANA, 2007. (Versão Preliminar). Disponível em: <http://www.historiadaagua.ana.gov.br/livro_historia_agua.pdf> Acesso em: 17 de dezembro de 2008.

ANA. **Cadernos de Recursos Hídricos**: Panorama do Enquadramento dos Corpos d'água do Brasil, e, Panorama das águas subterrâneas no Brasil. Brasília: ANA, 2007. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/enquadramento_ANA.pdf> Acesso em: 15 de dezembro de 2007.

ANA. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**: documento base de referência. Brasília: ANA, 2003. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/Tela_Apresentacao.htm>. Acesso em 12 de janeiro de 2009.

ANA. **Topologia Hídrica**: método de construção e modelagem da base hidrográfica para suporte à gestão de recursos hídricos. Brasília: ANA, 2006. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/arquivos/Topologia%20Hidrica_Metodo%20de%20onstru%C3%A7%C3%A3o_v1.11_SGI.pdf>

ASSAD, J. Darwich *et al.* **Dinâmica do Oxigênio Dissolvido em um Lago Meromítico de Águas Pretas da Região Amazônica**. 1º Congresso Internacional PIATAM. Banner, 2003. Disponível em: <<http://www.congressopiataam.ufam.edu.br/aprovacao-recursos-hidricos.php>>

AZEVEDO, R. P. **Uso de água subterrânea em sistema de abastecimento público de comunidades na várzea da Amazônia central**. *Acta Amazônica*, 3(36), 2006.

AZEVEDO, Rainier P. **Uso de água subterrânea em sistema de abastecimento público de comunidades na várzea da Amazônia central**. *Acta Amazônica*, 3(36): 313 -320, 2006.

BARTH, Flávio Terra & BARBOSA, Wanda Espírito Santo. **Recursos Hídricos**. São Paulo, 1999.

BARTH, Flávio Terra. Aspectos Institucionais do Gerenciamento de Recursos Hídricos. In REBOUÇAS, Aldo da C.; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia. **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

BATISTA, V. S.; FREITAS, C. E. C.; SILVA, A. J.; BRASIL, D. F.. 1998. Os ribeirinhos e a pesca nas várzeas da Amazônia Central. *Rev. UA. Série: Ciências Agrárias*, (7), 1-2, 81-99.

BERNARDINO, Rita *et al.*. Análise Comparativa da Qualidade Ecológica das Águas Superficiais Nacionais tendo como Base os Planos de Bacia Hidrográfica. **Actas do II Congresso Ibérico sobre Planejamento e Gestão da Água**. Porto, 2000, p.1-14.

BRAGA, Benedito P. F. *et al.*. Pacto federativo e gestão de águas. **Estudos Avançados**. 63(22): 17-42, 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a03.pdf> Acesso em 27 de maio de 2009.

BRANCO, Aspectos Institucionais e Legais do Controle da Poluição. In: PORTO, Rubem La Laina (Org.). **Hidrologia Ambiental**. São Paulo: Edusp: ABRH, 1991.

BRANCO, Samuel Murgel. A Água e o Homem. In: PORTO, Rubem La Laina (Org.) **Hidrologia Ambiental**. São Paulo: Edusp: ABRH, 1991.

BRASIL, Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SB.20 Purus; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1978. 566p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. São Paulo: Rideel, 2005.

BRIGHETTI, Giorgio & SANTOS, Sérgio R. Navegação In REBOUÇAS, Aldo da C.; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia. **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

COLLIARD, Claude-Albert. Régime des fleuves internatioanux. In: **Recueil des Cours**. 1968, v.3, t. 125, p.398

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Variáveis de Qualidade da Água**. Disponível em:<
<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/variaveis.asp>> Acesso em 12 de dezembro de 2008.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Dispõe sobre a classificação dos Corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes, e dá outras providências.

Resoluções nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>>. Acesso em 19 de março de 2008.

CUNHA, Hillândia Brandão da & PASCOALOTO, Domitila. **Hidroquímica dos rios Amazônicos**. Manaus: Centro Cultural dos Povos da Amazônia, 2006. Disponível em: <http://www.povosdaamazonia.am.gov.br/pdf/hid_qui.pdf> Acesso em 15 de maio de 2009.

CUNHA, Lúcia Helena de Oliveira. Significados Múltiplos da Água. In: DIEGUES, Antonio Carlos (Org.). **A Imagem das Águas**. São Paulo: Ed. Hucitec, 2000.

DIEGUES, Antonio Carlos. **Aspectos Sócio-Culturais e Políticos do uso da Água**. MMA/NUPAUB/USP, 2005. Disponível em <http://www.usp.br/nupaub/agua.pdf> Acesso em 20 de abril de 2009.

DOUROJEANNI, Axel. **Procedimientos de Gestión para El Desarrollo Sustentable**. Santiago de Chile: CEPAL/ECLAC – División de Recursos Naturales e Infraestructura, 2000.

ENDERLEIN, U. S.; ENDERLEIN, R. E.; WILLIAMS, W. P. Water Quality Requirements. In HELMEER, R. HESPANHOL, I. (Eds) **Water pollution Control**. E&FN Spon. Londres, Inglaterra, 1997. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wpcchap2.pdf> Acesso em 12 de fevereiro de 2009.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro. Editora Interciência Ltda. 1998.

FIGUEIREDO, A. **O Papel dos Sedimentos em dois lagos da Amazônia (Lago Calado e Lago Cristalino)**. Dissertação de Mestrado, INPA/FUA. Manaus, 1986.

FORSBERG, B. R. *et al.* Factors controlling Nutrient Concentrations in Amazon floodplain lakes. **Limnology and Oceanography** 33(1): 41-56, 1988

FURCH K. & JUNK, W. J. Dissolved carbon in a floodplain lake of the Amazon and in the river channel. In: DEGENS ET, KEMPE S, HERRERA R (Eds.) **Transport of Carbon and Minerals in major World rivers**, Part 3. SCOPE/UNEP Sonderbd 58: 285-298, 1985.

FURCH, K. & JUNK, Wolfgang J. Physicochemical Conditions in Floodplains. In: JUNK, W.J. (Ed.) **The Central Amazon Floodplain: ecology of a pulsing system**. Berlin: Dordrecht, 1996.

FURCH, K. **Seasonal Variation of Water Chemistry of the middle Amazon várzea –lake Lago Calado**. Arch Hydrobiol 95: 47-67, 1982.

FURCH, K. Water Chemistry of The Amazon Basin: the distribution of chemical elements among fresh waters. In: SIOLI, H. (Ed.) **The Amazon Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Dordrecht: Junk Publishers. 1984.

FURUKAWA, Paula Márcia Sapia & FILHO, José Lavrador. O Impacto da nova resolução CONAMA 20/86 no setor saneamento. **Saneas**, 20: 15-16, abril, 2005.

GORGULHO, Silvestre. “O que é enquadramento de um rio? ”. **Folha do meio Ambiente**, Brasília, 11-14, Março, 2002.

GRANZIERA, M. L. M.. **Direito de Águas**: Disciplina jurídica de águas doces. São Paulo: Ed. Atlas, 2001. 245 p.

HORBE, A. M. C & OLIVEIRA, L. G. S.. Química de igarapés de águas pretas do nordeste do Amazonas – Brasil. **Acta Amazônica**, 4 (38):753-760, 2008.

HORBE, A. M. C *at al.*. Contribuição à hidroquímica de drenagens no Município de Manaus – AM. **Acta Amazônica**, 2 (35):119-124, 2005.

IBGE, **Censo Demográfico 2000**. Sistema de Recuperação de informações Georreferenciadas - ESTATCART. Versão 2.0, IBGE, 2003. CD-ROM.

JACOBI, Pedro R. & MONTEIRO, Fernando. Social Capital and Institutional Performance: methodological and theoretical discussion on the water basin committees in metropolitan São Paulo – Brasil. **Revista Ambiente & Sociedade** 2 (9): 25-45 jul/dez, 2006.

JACOBI, Pedro R., BARBI, Fabiana. “Democracia e Participação na Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil”. **Revista Katálysis**. Florianópolis, 2 (10): 237-244 jul/dez, 2007.

JÚNIOR, Alberto Furtado Martins & WAICHMAN, Andrea Viviana. Mapeamento dos Ambientes Aquáticos e da Cobertura da Terra na Bacia do Rio Purus, Brasil. **In**: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais XV**. Natal: INPE, 2009 p.5973-5980.

JUNK, W. J. (Ed) General Aspects of Floodplain Ecology with Special reference to Amazonian Floodplain **In: The Central Amazon Floodplain: Ecology of a pulsing system**. Ed. Springer, 1997. 528 p.

JUNK, W. J. Ecology of the *várzea*, floodplain of Amazonian white-water rivers. **In**: SIOLI, H. (ed.). **The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Dr W. Junk Publishers, Netherlands: Dordrecht, 1984.

JUNK, W. J.; SOARES, M.G.M. & CARVALHO, F. M. 1983. Distribution of fish species in a lake in the Amazon floodplain near Manaus, Lago Camaleão with special reference to extreme oxygen conditions. **Amazoniana** 7(4): 397-431.

JUNK, Wolfgang J. As Águas da Amazônia. **In** SALATI, Eneas *Et al.* **Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia**. São Paulo: Ed. Brasiliense; Brasília: CNPQ, 1983.

KAHN, James R. **Characteristics and Criteria for Environmental Decision-Making: Implications for Materials Policy**, 2001. Disponível em: <http://209.85.165.104/search?q=cache:kZP865rtJ0kJ:200.20.105.7/imaac/Publicatios/Reports/James_Kahn_Report.doc+%60characteristics+and+criteria+for+environmental+decision-&hl=pt-BR&ct=cln&cd=1&gl=br> Acesso em 12 de Abril de 2009.

- KAYSE, Bernard. Culture and Rural Development. **LEADER Magazine**, nº8, 1994. Disponível em <<http://ec.europa.eu/agriculture/rur/leader2/rural-pt/biblio/culture/art03.htm> > Acesso em 14 de maio de 2009.
- LANNA, Antonio Eduardo. A inserção da Gestão das Águas na Gestão Ambiental In: MUÑOZ, Héctor Raúl (Org.). **Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da lei de Águas de 1997**. 2.ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 2000. Disponível em:<<http://www.cnrh-srh.gov.br>> Acesso em 15 de Julho de 2008.
- LASTRES, Helena M. M. & CASSIOLATO, José E. (Coords.). **Glossário de Arranjos e Sistemas Produtivos e Inovativos Locais - GASPII**. 8º Revisão. SEBRAE, dezembro, 2005. Disponível em: <http://redesist.ie.ufrj.br/glossario.php>. Acesso em 10 de março de 2009.
- LEAL, Márcia Souza. **Gestão Ambiental de Recursos Hídricos: princípios e aplicações**. Rio de Janeiro: CPRM, 1998.
- LOPES, Ubirajara Boëchat. **Aspectos Físicos, Químicos e Ecológicos das misturas Naturais de Águas Físico-Quimicamente Diferentes, na Amazônia**. Tese de Doutorado. INPA/UFAM. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. Manaus, 1992.
- LYNCH, Kevin. The City Image and its Elements. In: _____. **The Image of the City**. Massachusetts: MIT, 1960. Disponível em: <http://www.google.com.br/pesquisadelivros/download/02b_08.03.26_Lynch-anthology.pdf>. Acesso em 13 de março de 2009.
- MACHADO, Carlos José S.. O Preço da Água. **Ciência Hoje**. 192 (32): 66-67 abril, 2003.
- MARTINELLI, L. A. *et al.* Suspended sediment load in the Amazon Basin. **Geojournal** 19: 381-389, 1989.
- MEAD, R. H. *et al.* Sediment loads in the Amazon river. **Nature**. 278: 161-168, 1979.
- MEIRELLES, Hely Lopes. **Direito Administrativo Brasileiro**. 30ª Edição. São Paulo: Ed. Malheiros, 2005.
- MELACK, J. M. & FISHER, T. R. Diel oxygen variations and their ecological implications in Amazon floodplain lakes. **Archiv für Hydrobiologie**. 98: 422-442, 1983.
- MELACK, J. M. & FISHER, T. R. Comparative limnology of tropical lakes with an emphasis on the central Amazon. **Acta Limnologica Brasiliensia**. 3:1-46, 1991.
- MENDONÇA, M. I. C. **Rios e Águas correntes em suas Relações Jurídicas**. 2 ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1939.
- MIRANDA, Evaristo Eduardo de. **Água na Natureza, na Vida e no Coração dos Homens**. Campinas, 2004. Disponível em <<http://www.aguas.cnpm.embrapa.br>> Acesso em 16 de abril de 2009.
- MOTA, Suetônio. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 4. Ed. RJ: ABES, 2006.

MUÑOZ, Héctor Raúl. Razões para um Debate sobre as Interfaces da Gestão dos Recursos Hídricos no Contexto da Lei de Águas de 1997. In: _____ (Org.). **Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da lei de Águas de 1997**. 2. Ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 2000. Disponível em: <www.cnrh-srh.gov.br>. Acesso em 15 de julho de 2008.

NASCIMENTO, F. M. C. Capital Social e associativismo de Pescadores do Município de Bragança-PA. **Revista Científica da UFPA**. 1(6): 1-20 janeiro 2007. Disponível em: http://www.cultura.ufpa.br/rcientifica/artigos_cientificos/ed_08/pdf/flavia_nascimento.pdf Acesso em: 16 de março de 2009.

ODUM, E. P.. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

OLIVEIRA, J. M. (Coord) *et al.* **Projeto AQUARIPORT**: Projeto Nacional de Monitorização de Recursos Piscícolas e de Avaliação da Qualidade Ecológica dos Rios. Lisboa: Direcção- Geral dos Recursos Florestais, 2007.

PEREIRA, Anabela Henriques. **Requalificação e Limpeza de Linhas de Água**. Instituto da Água. Lisboa, 2001

PIZELLA, Denise G.& SOUZA, Marcelo P.. Análise da Sustentabilidade Ambiental do Sistema de Classificação das Águas Doces Superficiais Brasileiras. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**. 2 (12): 139-148 abr/jun,2007.

PORTO, Monica F. A. & LOBATO, Francisco. Mechanisms of Water Management: command & control and social mechanisms. **Revista de Gestion del agua de America Latina - Rega-** , Santiago, 2 (1): 113-129 julho/dezembro, 2004.

PORTO, Mônica F. A. Estabelecimento de Parâmetros de Controle da Poluição. In: PORTO, Rubem La Laina (Org.). **Hidrologia Ambiental**. São Paulo: Edusp: ABRH, 1991.

PORTO, Mônica F. A. *et al.* Caracterização da Qualidade da Água. In: PORTO, Rubem La Laina (Org.). **Hidrologia Ambiental**. São Paulo: Edusp: ABRH, 1991.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE – PNUMA. Perspectivas do Meio Ambiente Mundial GEO-3. Brasil: IBAMA & UMA, 2004. Disponível em:< <http://www.wwiuma.org.br>>. Acesso em 12 de janeiro de 2009.

QUEIROZ, M. M. A. **Composição química e Isótopos de estrôncio das águas ao longo do rio Solimões na região entre Manacapuru e Alvarães – Amazonas - Brasil**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006.

RAI, H & HILL, G. Microbiology of Amazônian waters. In: SIOLI, H. (ed.). **The Amazon-Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Junk. Dordrecht. Netherlands. 1984.

REBOUÇAS, Aldo da C. Água Doce no Mundo e no Brasil. In REBOUÇAS, Aldo da C.; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia. **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

RÍOS-VILLAMIZAR, Eduardo. **Caracterização das águas da Bacia do Rio Purus, Amazônia Brasileira ocidental**: relações com o desmatamento, clima e saneamento básico. Dissertação de Mestrado, UFAM, Programa de Pós-Graduação do Centro de Ciências do Ambiente, Manaus, 2008.

ROSSEAU, Charles. **Droit International Public**, Paris, Sirey, 5vol., 1980.

SALATI, Eneas. O Clima Atual Depende da Floresta. In SALATI, Eneas *Et al.* **Amazônia**: desenvolvimento, integração e ecologia. São Paulo: Ed. Brasiliense; Brasília: CNPQ, 1983.

SANT'ANA, A. C. **Análise Multivariada da Qualidade da Água Superficial no município de Boa Vista-RR**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2006.

SANTOS, I. N ; HORBE, A. M. C; SILVA, M. S. R; MIRANDA, S. A. F.. Influência de um aterro sanitário e de efluentes domésticos nas águas superficiais do Rio Tarumã e afluentes - AM. **Acta Amazônica**, 2(36):229-236, 2006.

SANTOS, U. M & RIBEIRO. M N. G. Hidroquímica do Rio Solimões-AM **Acta Amazônica**, 3-4(18): 145 -172,1988.

SANTOS, U. M *et al.* Rios da Bacia Amazônica I: afluentes do rio Negro. **Acta Amazônica**, -2 (14): 222-237, 1984.

SARAIVA, Maria da Graça Amaral Neto. O Rio como Paisagem: gestão de corredores fluviais no quadro do ordenamento do território. Lisboa: Fundação Calouste Gulberkian. Fundação para a Ciência e Tecnologia, 1999.

SCHÄFER, A. **Fundamentos de Ecologia e Biogeografia das Águas Continentais**. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS,1984.

SCHMIDT, G. W. Seasonal changes in water chemistry of a tropical lake (Lago do Castanho, Amazonia, South America). **Verh. Int. Ver. Limnol.** 18: 613-621, 1972.

SCHMIDT, G. W. Primary production of phytoplankton in the three types of amazonian waters. The limnology of a tropical floodplain lake in Central Amazon (Lago do Castanho). **Amazoniana** 4: 139-203, 1973.

SCHMIDT, G. W.. Chemical properties of some waters in the tropical rainforest region of Central Amazonia along the new road Manaus Caracaraí. **Amazoniana**, Kiel 2 (3):199-207, 1972.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE MINAS GERAIS – SEMAD. **Sistema de cálculo da qualidade da água (SCQA)**: estabelecimento das Equações do índice de Qualidade das Águas (IQA). IGAM, 2005.

SETARO, F. V. & MELACK, J., M. Responses of phytoplankton to experimental nutrient enrichment in an Amazon floodplain lake. **Limnology and Oceanography** 29: 972-984, 1984.

SETTI, Arnaldo Augusto *et.al.* **Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica; Agência Nacional de Água, 2001.p.328.

SETTI, Arnaldo Augusto. **Legislação para o Uso de Recursos Hídricos**. Brasília: ABEAS, 2000.

SHIROTA, Ricardo. **Uso Racional e Sustentável dos Recursos Naturais**. SP: ABEAS; Viçosa: UFV, 2002 (apostila).

SILVA, Marilene Corrêa da & FREITAS, Marcílio de. **Estudos da Amazônia Contemporânea: dimensões da globalização**. Manaus: EDUA, 2000.

SIOLI, Harald. **Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. Petrópolis: Vozes, 1991(Tradução Johann Becker).

SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Manual de Direito Ambiental**. 2ed. São Paulo: Saraiva 2003.

SMITH, L. K. & FISHER, T. R. Nutrient fluxes and sediment oxygen demand associated with the sediment water interface of two aquatic environments. In: HATCHER K.J. (Ed.) **Sediment Oxygen Demand: process, modelling and measurement**. Institute of Natural Resources, University of Georgia, Athens, pp 343-366, 1985.

SOUZA, Patrícia A. P. A importância do uso de bioindicadores de qualidade: o caso específico das águas. In FELICIDADE, Norma; MARTINS, Rodrigo Constante; LEME, Alessandro André (Coords.). **Uso e Gestão dos Recursos no Brasil: velhos e novos desafios para a cidadania**. São Carlos: RIMA, 2003. p 55-65.

TUCCI, Carlos E. M. & MENDES, Carlos André. **Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica**. Brasília: MMA, 2000.

WAICHMAN, Andrea V. & NASCIMENTO, Gisele S.. O Uso da Água na Várzea: a contradição ribeirinha. In ALBUQUERQUE, M. O. & FABRÉ, Nídia N. (Org.). **Sistemas Abertos Sustentáveis - SAS: uma alternativa de gestão ambiental na Amazônia**. Manaus: EDUA, 2003.

WILKINSON, L. **SYSTAT: the system for statistics**. SYSTAT, Inc, Evanston, Ill, 1990.

WITKOSKI, Antonio Carlos. **Terras, Florestas e Águas de Trabalho: os camponeses amazônicos e as formas de uso de seus recursos naturais**. Manaus: EDUA, 2007.486 p.

ZINATO, Maria do Carmo. A Construção da Cidadania Propulsionada pela Água. In: **Gestão de Recursos Hídricos: aspectos legais, econômicos, administrativos e sociais**. SILVA, Demetrius David & PRUSKI, Fernando Falco. Brasília – DF: Secretaria de Recursos Hídricos– SRH; Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH, 2000.

Sites Consultados

<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=4146> - Jus Navigandi. Acesso em 15 de março de 2008.

<http://libdigi.unicamp.br> – Universidade de Campinas. Acesso em 20 de março de 2008.

http://pt.wikipedia.org/wiki/Bacia_do_rio_Amazonas - WIKIPÉDIA a enciclopédia livre. Acesso em 16 de maio de 2008.

http://ww.rebob.org.br/ENCBH/26outubro/sala08/04MG06-SINGERH_oral.pdf - Rede Brasil de Organismo de Bacia. Acesso em 6 de março de 2008

<http://www.abrh.org.br> - Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Acesso 22 de abril de 2008.

<http://www.agua.org.br> – Consórcio Bacias PCJ. Acesso em 10 de dezembro de 2007.

http://www.ahimoc.com.br/download/estudo_de_transporte_e_Fluxos_de_Carga_na_Hidrovia_a_Purus.pdf – Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental

<http://www.ana.gov.br/BoletinsMonitoramento?amazonialegal> – Agência Nacional de Água. Acesso em 7 de março de 2008.

<http://www.aneel.gov.br> - Agência Nacional de Energia Elétrica. Acesso em 13 de maio de 2008.

<http://www.bing.com/maps/?mkt=pt-br#JnJ0cD0lN2UmcnRvcD0wJTdlMA==> - NET.BING meta MSN. Acesso em: maio/junho de 2009.

http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta_historico.asp - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Acesso em 12 de dezembro de 2007.

<http://www.cidades.gov.br> – Ministério das Cidades. Acesso em 2 de abril de 2008.

<http://www.cnrh-srh.gov.br> – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Acesso em 16 de junho de 2008.

<http://www.ead.fea.usp.br/cad-pesq/arquivos/c12-art07.pdf>. Faculdade de Administração - USP. Acesso em 22 de maio de 2009.

http://www.florestavivaamazonas.org.br/download/temporarios/seminario_PFV/23_neliton_I_PAAM.pdf. Acesso 16 de junho de 2009.

<http://www.ipaam.am.gov.br> - Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas. Acesso em 12-15 de julho de 2008.

<http://www.mma.gov.br/conama> - Ministério do Meio Ambiente. Acesso em 18 de janeiro de 2008.

<http://www.mma.gov.br/port/srh/estagio/legislacao/codigo.html> - Ministério do Meio Ambiente. Acesso em 16 de janeiro de 2008.

<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/decreto/D24643.htm> - Secretaria- Geral/Presidência da República. Acesso em 12 de fevereiro.

<http://www.scielo.br/pdf/remv60n3/v60n3a14.pdf> - Periódico Scielo. Acesso em dezembro, Fevereiro e Março (2007-2008).

<http://www.teses.usp.br> - Universidade de São Paulo. Acesso em 29 de março de 008.

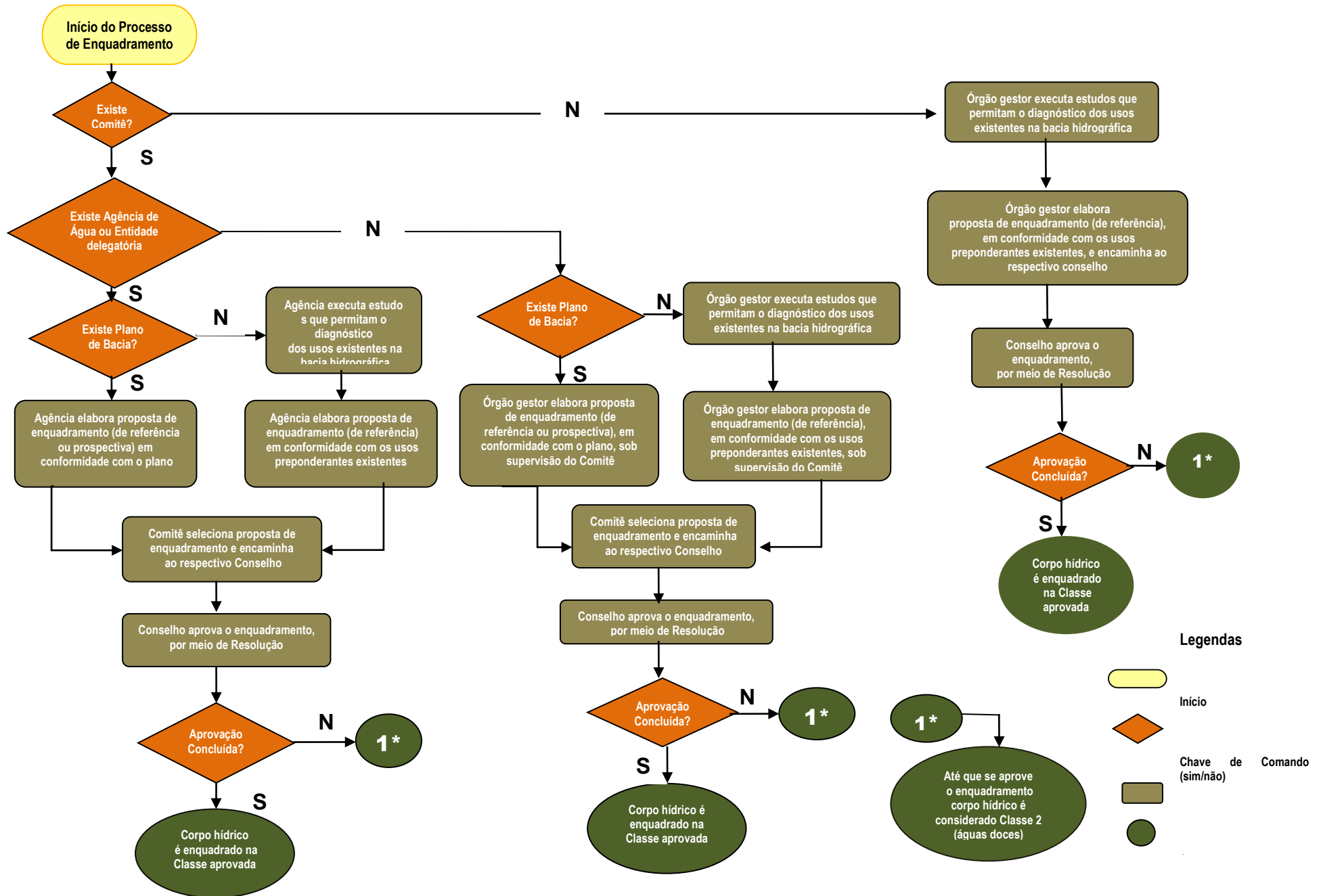
<http://www.uff.br/cienciaambiental/biblioteca/rhidricos/parte2.pdf> - Curso de Pós-Graduação em Ciência Ambiental. Acesso em 16 de junho de 2008.

<http://www.unep.org/vitalwater> - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Acesso em: 12 de janeiro de 2009.

http://www.water.tkk.fi/English/wr/research/global/material/CA_chapters/07-CA_Waters-Sojamo.pdf. Acesso em 18 de março de 2009.

<http://www2.desenvolvimento.gov.br/arquivo/secex/ghs/noticias/20020523popAssina.pdf> - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Acesso em 16 de março de 2008.

ANEXO 1 – ETAPAS PARA A CONSECUSÃO DO ENQUADRAMENTO DOS
CORPOS D'ÁGUA



ANEXO 2 – MAPAS DA BACIA DO PURUS NO ESTADO DO AMAZONAS

