

Programa de Pós-Graduação em **Engenharia Civil e Ambiental**

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Departamento de Engenharia Civil

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE COMO
APOIO À GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

MARTHA VIVIANE CABRAL DE VASCONCELOS CAMPOS

Campina Grande
Data: ABRIL / 2005

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS

Indicadores de Sustentabilidade como apoio à
Gestão de Recursos Hídricos

Dissertação de Mestrado

MARTHA VIVIANE CABRAL DE VASCONCELOS CAMPOS

CAMPINA GRANDE /PB

ABRIL – 2005

MARTHA VIVIANE CABRAL DE VASCONCELOS CAMPOS

**Indicadores de Sustentabilidade como apoio à
Gestão de Recursos Hídricos**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, na área de Engenharia Hidráulica, em cumprimento às exigências para obtenção do Grau de Mestre.

Orientadora: MÁRCIA MARIA RIOS RIBEIRO

CAMPINA GRANDE / PB

ABRIL - 2005

Diss.
12.19.1-21 / 2005
13484

UNIVERSIDADE
FEDERAL DE
CAMPINA GRANDE



FICHA CATALOGRÁFICA

A346s
2005

CAMPOS, Martha Viviane Cabral de Vasconcelos
Indicadores de Sustentabilidade como apoio à Gestão de
Recursos Hídricos /
Martha Viviane Cabral de Vasconcelos - Campina Grande:
UFCG, 2005.
130p. il.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental -
Recursos Hídricos). UFCG/CCT/DEC

Inclui Bibliografia

1. Indicadores e Índices de Sustentabilidade 2. Gestão de
Recursos Hídricos - Brasil 3. Sub-bacias

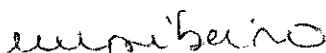
CDU: 628.17(1-21)

MARTHA VIVIANE CABRAL DE VASCONCELOS CAMPOS

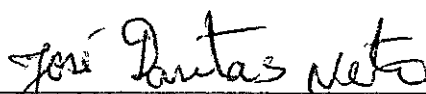
**Indicadores de Sustentabilidade como apoio à
Gestão de Recursos Hídricos**

Aprovada em 20 de abril de 2005.

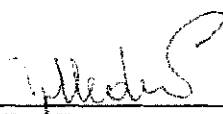
COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof. Dr. Márcia Maria Rios Ribeiro
Orientadora - Presidente (DEC/CCT/UFCG)



Prof. Dr. José Dantas Neto
Examinador interno (DEC/CCT/UFCG)



Prof. Dr. Yvonilde Dantas Pinto Medeiros
Examinadora externa (Escola Politécnica/ UFBA)

Campina Grande, 20 de abril de 2005

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Cristóvão e Marta, ao meu
querido esposo, Lúcio e a minha irmã,
Ranieli, DEDICO.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por tudo que ele tem me permitido realizar nela.

Aos meus pais, Manoel Cristóvão Filho e Maria Marta Cabral de Vasconcelos, pelo amor, carinho, dedicação e apoio incondicionais, durante todos os momentos de minha vida.

Ao meu querido esposo Lúcio Fábio Campos, pela paciência, sabedoria e compreensão, com as quais souberam superar minha ausência durante os incontáveis dias de estudo e trabalho dedicados à realização desta dissertação.

A minha irmã, Ranieli e a minha amiga Leny, pelo apoio, incentivo, companhia e grande consideração, durante todos esses anos de convívio.

Em especial a minha avó Severina Cabral, diante de sua memória, pereniza na minha saudade, com sua humildade e grandeza na busca pelos seus ideais.

A professora orientadora Márcia Maria Rios Ribeiro, pelo carinho, pela paciência, disponibilidade e apoio constante durante o desenvolvimento da pesquisa.

Aos professores da Área de Recursos Hídricos da UFCG: Carlos de Oliveira Galvão, Gledsneli Maria de Lima Lins, Hans Schuster, Janiro Costa Rêgo, Eduardo Enéas de Figueiredo, Rosires Catão Curi, Wilson Flado Curi e Vajapeyam S. Srinivasan pelos conhecimentos adquiridos e dedicação durante o curso.

Aos professores da UFPB: Alain Passerat de Silans, Carmem Gadelha, Clóvis Dias, Heber Pimentel, e principalmente a Laudelino Pedrosa, pelo enorme apoio, estímulo e sugestões valiosas em todas as fases de elaboração deste trabalho.

Em especial, ao professor Tarciso Cabral da Silva, pela ajuda fornecida em várias etapas da realização deste mestrado.

A todos da minha turma de mestrado, Andréa Motta, Aracy Siqueira, Aurelubia Rufino, Alysson Guimarães, Gabriela Pedreira, Hugo Alcântara, Klécia Forte, Saulo de Tarso, Rosenilton Maracajá, pelo companheirismo durante o curso.

As minhas amigas Anamélia, Denise, Jaqueline, Liana e Lovania pelo carinho de sempre. Em especial a minha amiga Ana Cristina de Souza pelo grande incentivo dado a essa importante fase da minha vida.

Aos funcionários, Alrezinha, Aroldo, Ismael, Josete, Lindimar, Raulino, Ronaldo, Vera e Valdomiro pela amizade e compreensão durante estes dois anos de convívio.

A todos da AAGISA, SEMARH, CAGEPA, que contribuíram de forma gloriosa para a idealização deste trabalho. Em especial, Ana Cláudia Medeiros, Laudízio Diniz e Daniel Pereira.

A CAPES pelo suporte financeiro, através de bolsa de estudo, para a realização desta pesquisa.

Aos examinadores pelas contribuições que deram para a melhoria deste trabalho.

Por fim, agradeço a todos aqueles, que de alguma forma, contribuíram para a conclusão desta pesquisa.

Educar - Amar - Proteger

*Educar as pessoas para que possam
compreender, amar e proteger,
os sistemas de água de nosso planeta,
os mares e a água fresca,
para o bem estar das futuras gerações.
O amor ao ambiente envolve diagnosticar
as suas necessidades e tendências,
as quais têm um preço,
para manterem sua independência.*

(Jacques Cousteau - Cousteau World - 1910 / 1997)

RESUMO

O presente trabalho analisa a sustentabilidade hídrica de uma bacia hidrográfica, através da proposição de indicadores e seus respectivos índices, como apoio à gestão de recursos hídricos. Três classes de indicadores são estudadas: Indicador de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda; Indicador de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos e Indicador de Eficiência e Uso da Água. Propõe-se um estudo usando uma metodologia que analisa a bacia através da consideração de diferentes níveis de planejamento: bacia, açudes, sub-bacias e sub-bacias e municípios. Utilizam-se escalas parciais para classificar os índices e globais, para os indicadores, as quais são compostas por cinco graus de sustentabilidade: muito alta, alta, média, baixa e muito baixa. Os resultados mostram que a bacia é considerada com uma baixa sustentabilidade hídrica, precisando urgentemente que seja implantada a gestão de recursos hídricos. O estudo mostra que diferentes resultados podem ser obtidos quando se planeja ao nível da grande bacia em comparação aos demais níveis (açude, sub-bacias, municípios). As análises baseadas nos resultados dos indicadores e nos cenários de ponderação possibilitaram propor ações de gestão para a bacia a fim de identificar as situações mais sustentáveis para a bacia no que se refere aos indicadores estudados.

Palavras-Chave: Indicadores de sustentabilidade – Gestão de Recursos Hídricos – Semi-árido

ABSTRACT

This research analyzes water sustainability of a water basin, through the proposition of indicators and its respective indexes, as support to water resources management. Three classes of indicators are studied: Indicator of Water Potentiality, Availability and Demands; Indicator of Acting of the System of Water Resources Management and Indicator of Efficiency and Use of the Water. A methodology that analyzes the basin through the consideration of different planning levels (basin, dam, sub-basins and sub-basins and municipal districts) are proposed. Partial scales are used to classify the indexes and the global is used for the indicators. These are scales composed for five sustentabilidade degrees: very high, high, average, low and very low. The results show that the basin is considered with a low water sustainability, needing the water resources management urgently to be implanted. The study shows that different results can be obtained when it drifts at the level of the great basin in comparison with the other levels (dam, sub-basins, municipal districts). The analyses based on the results allows to propose administration actions for the basin making possible to identify the most sustainable situations in what it refers to the studied indicators.

Keywords: Indicators of sustainability – Water Resources – Semi-Arid

SUMÁRIO

<i>DEDICATÓRIA</i>	<i>i</i>
<i>AGRADECIMENTOS</i>	<i>ii</i>
<i>EPIGRAFE</i>	<i>iv</i>
<i>RESUMO</i>	<i>v</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>vi</i>
<i>SUMÁRIO</i>	<i>vii</i>
<i>LISTA DE FIGURAS</i>	<i>xi</i>
<i>LISTA DE TABELAS</i>	<i>xii</i>
 CAPÍTULO 1	 1
1. Introdução	1
 CAPÍTULO 2	 4
2. Indicadores de Sustentabilidade e Gestão de Recursos Hídricos	4
2.1 Indicadores e desenvolvimento sustentável.....	4
2.2. Importância dos indicadores na gestão dos recursos hídricos.....	7
2.3. Pesquisas realizadas sobre indicadores.....	9
 CAPÍTULO 3	 14
3. Metodologia	14
3.1. Etapas.....	14
3.1.1. Escolha dos Indicadores.....	14
3.1.2. Escolha e cálculo dos índices que compõem os indicadores.....	15

3.1.3. Estabelecimento das escalas parciais dos índices	17
3.1.4. Estabelecimento dos níveis de planejamento.....	17
3.1.5. Estabelecimento das escalas globais dos indicadores.....	18
3.1.6. Resultado da sustentabilidade hídrica da bacia por indicador.....	18
3.1.7. Plotagem dos mapas.....	18
3.1.8. Análise dos resultados.....	19
3.1.8.1 Análise 1: Individual dos indicadores.....	19
3.1.8.2 Análise 2: Nível de planejamento comuns entre os indicadores	19
3.2. Área de Estudo – Bacia do rio Taperoá	22
3.2.1. Caracterização física da área de estudo.....	24
3.2.2 Situação dos recursos naturais e hídricos na bacia.....	27
3.3. Dados necessários ao cálculo dos índices.....	30
3.3.1. Demandas, potencialidades e disponibilidades.....	30
3.3.2. Outorga, Cobrança e Comitê de bacia.....	33
3.3.3. Domicílios atendidos por poços, por sistema de abastecimento de água, ligações de esgoto, tratamento de esgoto, tratamento de resíduos sólidos, dados de perdas de água na rede.....	36
CAPÍTULO 4.....	40
4. Análise de resultados.....	40
4.1. Índices que compõem o IPDD (Indicador de Potencialidade Disponibilidade e Demanda).....	44
4.1.1. Índice de Abastecimento da Demanda Atual (IADA).....	44
4.1.2. Índice de Abastecimento da Demanda Futura (IADF).....	47
4.1.3. Índice de Abastecimento da Demanda Controlada (IADC).....	49
4.1.4. Índice de Ativação das Potencialidades (IAP).....	51
4.1.5. Índice de Utilização das Potencialidades (IUP).....	53
4.1.6. Índice de Utilização das Disponibilidades (IUD).....	53
4.2. Índices que compõe o IGRH (Indicador de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos)	58
4.2.1. Índice de Comitê de Bacia Hidrográfica (ICBH).....	58
4.2.2. Índice de Outorga (IO).....	59
4.2.3. Índice de Cobrança (IC).....	59

4.3. Índices que compõe o IEUA (Indicador de Eficiência e Uso da Água).....	63
4.3.1. Índice de Domicílios Atendidos por Poços (IDAP).....	63
4.3.2. Índice de Domicílios Atendidos por Sistema de Abastecimento de Água (IDASA).....	63
4.3.3. Índice de Ligações de Esgoto (ILE).....	65
4.3.4. Índice de Tratamento de Esgoto (ITE).....	68
4.3.5. Índice de Tratamento de Resíduos Sólidos (ITRS).....	70
4.3.6. Índice de Perdas de Água na Rede (IPAR).....	70
4.4. Indicadores de sustentabilidade hídrica.....	73
4.4.1. Indicador de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda (IPDD).....	73
4.4.1.1. Nível de Planejamento: Bacia.....	73
4.4.1.2. Nível de Planejamento: Açude.....	76
4.4.1.3. Nível de Planejamento: Sub-Bacia.....	80
4.4.1.4. Nível de Planejamento: Sub-Bacia e Município.....	84
4.4.2. Indicador de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos (IGRH).....	88
4.4.2.1. Nível de Planejamento : Bacia.....	88
4.4.2.2. Nível de Planejamento : Sub-Bacia e Município.....	91
4.4.3. Indicador de Eficiência de Uso da Água (IEUA).....	91
4.4.3.1. Nível de Planejamento : Bacia.....	91
4.4.3.2. Nível de Planejamento : Sub-Bacia e Município.....	94
4.5. Análise por indicador e nível de planejamento.....	100
4.5.1. Análise 1: Individual dos indicadores.....	100
4.5.2. Análise 2: Nível de planejamento comuns entre os indicadores.....	102
4.5.2.1. Cenário 1.....	103
4.5.2.2. Cenário 2.....	104
4.5.2.3. Cenário 3.....	106
4.5.2.4. Cenário 4.....	107
CAPÍTULO 5.....	109
5. Conclusões e Recomendações.....	109
5.1. Conclusões.....	109
5.2. Recomendações.....	112

CAPÍTULO 6

6. Bibliografia.....	114
6.1. Referências Bibliográficas.....	114
6.2. Obras Consultadas.....	120
ANEXOS.....	132
Anexo A – Demanda dos Municípios da Bacia do Taperoá.....	133
Anexo B - Disponibilidade, Potencialidade e Outorga por sub-bacia na Bacia do Rio Taperoá.....	134
Anexo C - Outorga por Sub-Bacia e Município na Bacia do Taperoá.....	135
Anexo D - Grau de Articulação das Potenciais Entidades dos Comitês por Sub-bacia e Município da Bacia do Taperoá – Atores Governamentais.....	136
Anexo E - Grau de Articulação das Potenciais Entidades dos Comitês por Sub-bacia e Município da Bacia do Taperoá – Atores Não-Governamentais.....	137
Anexo F – Tipo de Tratamento por Sub-Bacia da Bacia do Taperoá.....	138
Anexo G – Volumes Faturados de Água e Perdas.....	139

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1. Fluxograma: Indicadores como medida da sustentabilidade hídrica de uma bacia hidrográfica.....	21
Figura 3.2. Localização da Bacia do Taperoá no Estado da Paraíba.....	23
Figura 3.3. Rede de Drenagem da Bacia do Rio Taperoá - PB.....	25
Figura 4.1. IPDD (Indicador de Potencialidade, Disponibilidade de Demanda)– Nível de Planejamento: Bacia – Linear	75
Figura 4.2. IPDD (Indicador de Potencialidade, Disponibilidade de Demanda)– Nível de Planejamento: Açude – Linear 1	78
Figura 4.3. IPDD (Indicador de Potencialidade, Disponibilidade de Demanda)– Nível de Planejamento: Açude – Linear 2	79
Figura 4.4. IPDD (Indicador de Potencialidade, Disponibilidade de Demanda)– Nível de Planejamento: Sub-Bacia – Linear 1	82
Figura 4.5. IPDD (Indicador de Potencialidade, Disponibilidade de Demanda)– Nível de Planejamento: Sub-Bacia – Linear 2.....	83
Figura 4.6. IPDD (Indicador de Potencialidade, Disponibilidade de Demanda)– Nível de Planejamento: Sub-Bacia e Município – Linear 1	86
Figura 4.7. IPDD (Indicador de Potencialidade, Disponibilidade de Demanda)– Nível de Planejamento: Sub-Bacia e Município – Linear 2.....	87
Figura 4.8. IGRH (Indicador de Desempenho do Gerenciamento dos Recursos Hídricos) – Nível de Planejamento: Bacia	90
Figura 4.9. IGRH (Indicador de Desempenho do Gerenciamento dos Recursos Hídricos) – Nível de Planejamento: Sub-Bacia e Município.....	93
Figura 4.10. IEUA (Indicador de Eficiência e Uso da Água) – Nível de Planejamento: Bacia	96
Figura 4.11. IEUA (Indicador de Eficiência e Uso da Água) – Nível de Planejamento: Sub-Bacia e Município	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1. Indicadores e Índices de Sustentabilidade Hídrica Selecionados.....	16
Tabela 4.1. Escalas Parciais e Globais dos Índices e Indicadores Selecionados para a Bacia do Rio Taperoá	43
Tabela 4.2. IADA -Índice de Abastecimento da Demanda Atual	46
Tabela 4.3. IADF - Índice de Abastecimento da Demanda Futura.....	48
Tabela 4.4. IADC -Índice de Abastecimento da Demanda Controlada.....	50
Tabela 4.5. IAP - Índice de Ativação do Potencial.....	52
Tabela 4.6. IUP - Índice de Utilização das Potencialidades.....	54
Tabela 4.7. IUD - Índice de Utilização das Disponibilidades.....	56
Tabela 4.8 Comparação entre Linear 1 x Linear 2.....	57
Tabela 4.9 ICBH – Índice de Comitê de Bacia Hidrográfica.....	60
Tabela 4.10 IO - Índice de Outorga.....	61
Tabela 4.11. IC – Índice de Cobrança.....	62
Tabela 4.12. IDAP - Índice de Domicílios Atendidos por Poços.....	64
Tabela 4.13. IDASA - Índice de Domicílios Atendidos por Sistema de Abastecimento de Água.....	66
Tabela 4.14. ILE - Índice de Ligações de Esgoto.....	67
Tabela 4.15. ITE - Índice de Tratamento de Esgoto.....	69
Tabela 4.16. ITRS - Índice de Tratamento de Resíduos Sólidos.....	71
Tabela 4.17. IPAR - Índice de Perdas de Água na Rede.....	72
Tabela 4.18. IPDD - Indicador de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda – Nível de Planejamento: Bacia.....	74
Tabela 4.19. IPDD - Indicador de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda – Nível de Planejamento: Açude.....	77
Tabela 4.20. IPDD - Indicador de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda – Nível de Planejamento: Sub-Bacia.....	81
Tabela 4.21. IPDD - Indicador de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda –	85
Tabela 4.22. IGRH - Indicador de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos – Nível de Planejamento: Bacia.....	89

Tabela 4.23. IGRH - Indicador de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos – Nível de Planejamento: Sub-Bacia e Município.....	92
Tabela 4.24. IEUA - Indicador de Eficiência do Uso da Água – Nível de Planejamento: Bacia.....	95
Tabela 4.25. IEUA - Indicador de Eficiência do Uso da Água – Nível de Planejamento: Sub Bacia e Município.....	97
Tabela 4.26. Resultados dos Indicadores e Índices de Sustentabilidade Hídrica Selecionados para a Bacia do Rio Taperoá.....	99

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A construção de um futuro sustentável para as novas gerações é um dos grandes desafios do século 21. No Brasil, de acordo com a nova política de águas, disposta na lei nº 9.433/97, as questões hídricas devem ser inseridas no contexto de desenvolvimento sustentável onde a participação de uma sociedade civil organizada e a descentralização das decisões são itens essenciais da nova visão holística da gestão das águas.

O aumento dos desastres ambientais, como as secas, furacões e enchentes, causados pela falta de proteção aos ecossistemas, fizeram surgir uma nova abordagem para análise do progresso e prosperidade de um país: não se deve apenas levar em conta aspectos econômicos de produção, e sim envolver características relacionadas com o patrimônio ambiental, capital social e cultural (TRIGUEIRO, 2002).

Diante deste contexto, surgem os indicadores e índices como ferramentas importantes para mensurar o fenômeno “desenvolvimento sustentável”, que é um conceito amplo e complexo. Estes evidenciam principalmente a responsabilidade sócio-ambiental, pois ajudam na determinação do uso de tecnologias mais econômicas e menos impactantes, tendo em vista políticas de exclusão ou inclusão social e a melhoria da qualidade de vida no planeta.

Indicador é formado por um conjunto de índices que fornecem informações, a partir da mensuração de elementos e fenômenos da realidade, com base em padrões de referência, para tornar o seu significado mais claro e facilitar a comunicação (OCDE, 1987).

A identificação e a construção de indicadores de sustentabilidade é um desafio importante, visto que estes têm como objetivo avaliar o estado atual de um sistema e mensurar os progressos alcançados pela introdução de mudanças requeridas, visando

sempre caminhar em direção a sistemas sustentáveis. A sua utilização na gestão de recursos hídricos é vista como um mecanismo de comunicação com a sociedade, para subsidiar as tomadas de decisão em seus diversos âmbitos de atuação.

O objetivo geral deste trabalho é pesquisar sobre indicadores (e seus respectivos índices) capazes de diagnosticar a situação de uma bacia quanto a sua sustentabilidade hídrica, servindo como apoio à gestão de recursos hídricos.

O objetivo específico deste estudo é a proposição de uma metodologia na qual os índices sejam distribuídos em escalas parciais (muito alto, alto, médio, baixo e muito baixo) e os indicadores em escalas globais formadas por correspondentes graus de sustentabilidade hídrica (muito alta, alta, média, baixa, muito baixa). Os indicadores são utilizados em diferentes níveis de planejamento: açude, bacia, sub-bacia, sub-bacia e municípios, com o intuito de demonstrar a importância da análise da unidade de planejamento em escalas macro (bacia) e micro (açude, bacia, sub-bacia e município) para se ter um conhecimento mais detalhado da situação dos problemas de escassez de água em regiões de clima semi-árido. Por fim, para ajudar na tomada de decisão, propõe-se à definição de ações de gestão de recursos hídricos, com base nos resultados individuais dos indicadores por nível de planejamento, e nas simulações de cenários de ponderação entre os níveis comuns de planejamento dos indicadores selecionados. Esta metodologia descrita aplica-se na Bacia do Rio Taperoá, localizada na parte central do Estado da Paraíba.

A dissertação está estruturada em seis capítulos, descritos a seguir:

- Capítulo 1 - Introdução
- Capítulo 2 - apresenta-se a Revisão Bibliográfica sobre indicadores de sustentabilidade e gestão de recursos hídricos (englobando outorga e cobrança de uso de água e comitês de bacia hidrográfica), sobre os quais se fundamenta a pesquisa. Esta revisão compõe-se dos seguintes itens: indicadores e desenvolvimento sustentável; importância dos indicadores na gestão dos recursos hídricos e pesquisas realizadas sobre indicadores.
- Capítulo 3 – relata-se a Metodologia adotada, indicando as etapas necessárias para a construção deste trabalho, desde a primeira etapa, escolha dos Indicadores: IPDD (Indicador de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda), IGRH (Indicador de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos) e IEUA (Indicador de Eficiência e Uso da Água), até a última etapa que consiste na análise

dos resultados destes. Descreve-se toda a Area de Estudo - Bacia do Rio Taperoá (Caracterização Física da Área de Estudo e Situação dos Recursos Hídricos na Bacia). Inclui-se ainda, dados necessários ao cálculo dos índices que compõem os indicadores.

- Capítulo 4 – descreve-se a Análise dos Resultados em torno dos índices e indicadores aplicados à bacia do Taperoá (localizada no Estado da Paraíba) incluindo as análises individuais dos resultados dos indicadores e os cenários de ponderação dos níveis comuns de planejamento aplicados aos indicadores, ambos com suas respectivas contribuições para a gestão de recursos hídricos.
- Capítulo 5 – apresentam-se as Conclusões quanto aos resultados obtidos e as Recomendações para futuros trabalhos na mesma linha de pesquisa.
- Capítulo 6 – constitui-se das Referências Bibliográficas utilizadas para a construção deste trabalho.

CAPÍTULO 2

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

2.1. Indicadores e desenvolvimento sustentável

Nos últimos anos, a partir dos anos 90, em especial, os governos buscam discutir, de forma mais objetiva e sistemática, a questão da sustentabilidade dos recursos naturais e da própria qualidade de vida para as futuras gerações, ou seja, a questão do desenvolvimento sustentável. Com os avanços no conhecimento científico e na percepção da opinião pública e dos atores sociais sobre o que estava acontecendo com a natureza do planeta, começa-se a gerar uma exigência maior de informações sobre o meio ambiente. Hoje, a deterioração do meio ambiente é parte necessária das idéias de quem deseja transformar o mundo para melhor.

Mensurar a sustentabilidade requer a integração de um grande número de informações advindas de uma pluralidade de disciplinas e áreas de conhecimento. Comunicar tal riqueza de informações de forma coerente ao público não especialista, se torna um grande desafio, o qual se converte em expectativa pela produção de sistema de indicadores “enxutos” ou índices sintéticos, capazes de comunicar realidades complexas de forma resumida (BRAGA et al. 2003).

Diante dessa abordagem, considera-se que uma bacia é sustentável na medida em que é capaz de: manter ou melhorar a saúde de seu sistema ambiental; minorar a degradação e o impacto ambiental antrópico; prover seus habitantes de um ambiente saudável e seguro; construir pactos políticos que permitam enfrentar desafios presentes e futuros; garantir condições ambientais com baixos níveis de externalidades negativas sobre outras bacias próximas ou distantes e sobre o seu futuro; utilizar recursos e serviços

ambientais abaixo da sua capacidade de renovação; distribuir as atividades no território de acordo com seu potencial; praticar atividades de tal maneira que a emissão de contaminantes seja inferior a capacidade de assimilação, e por último, garantir uma apropriação justa dos recursos naturais, sempre em busca da sustentabilidade da bacia em geral (VIEIRA, 2002).

Diferentes tipos de indicadores são encontrados para responder a inúmeros tipos de questões, em várias escalas e níveis de complexidade. Certamente, isso requer que os indicadores escolhidos enfoquem pesquisas interdisciplinares que integrem ciências sociais e naturais (ROMEIRO, 2004).

A construção de indicadores fornece subsídios à formulação de políticas nacionais, bem como à tomada de decisão por atores públicos e privados, e buscam descrever a interação entre a atividade antrópica e o meio ambiente e conferir ao conceito de sustentabilidade maior concretude e funcionalidade (FOXON, 2002).

Os fatores selecionados para compor os indicadores devem influenciar na sustentabilidade e levar em conta a facilidade de mensuração, possibilidade de estabelecimento de limites claramente definidos para separar sistemas sustentáveis de não sustentáveis (SANTANA, 2002).

Sustentabilidade, do ponto de vista ambiental, implica na coexistência harmônica do homem com seu meio ambiente. Desenvolvimento sustentável é um permanente processo de aperfeiçoamento e ampliação dos patrimônios econômicos, sociais e ambientais de um país ou região, conduzido de forma harmônica e equanimemente distribuído no espaço e no tempo (LIMA et al. 2000).

Sustentabilidade Hídrica consiste na manutenção continuada de um balanço hídrico favorável, em quantidade e qualidade, entre a oferta de água com elevados níveis de garantia e a demanda social para usos múltiplos, ou seja, a quantidade de água que pode ser extraída, sem prejudicar a capacidade de regeneração do ecossistema (VIEIRA, 2002).

Em um contexto mais amplo, envolvendo sociedade, economia e meio ambiente surgem os indicadores de sustentabilidade ou de desenvolvimento sustentável, os quais fornecem subsídios científicos para a decisão sobre a escala aceitável de uso de um recurso natural, de modo a minimizar o risco de perdas irreversíveis. De um modo geral, permitem uma reflexão sobre a deterioração dos recursos naturais de uma nação (ROMEIRO, 2004).

A mensuração do desenvolvimento sustentável foi o foco das discussões na Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente, conhecida como Comissão Brundtland, organizada pela OCDE - Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico, e na Conferência das Nações Unidas sobre O Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), realizado no Rio de Janeiro em 1992.

A Agenda 21 Global, oriunda de vários seminários e oficinas de trabalho, consiste em um marco na mudança da produção e nos padrões de consumo, além de servir de base para o surgimento da Agenda 21 brasileira. Esta contém capítulos ligados a sustentabilidade, entre os quais se destaca a necessidade do desenvolvimento de indicadores, e está organizada da seguinte forma (MMA, 2000): 1 - Desafios da sustentabilidade; 2 - Os alicerces da construção; 3 - Os entraves da sustentabilidade; 4 - Propostas para construção da sustentabilidade. Este último capítulo foi subdividido em: Gestão dos recursos naturais; Agricultura sustentável; Cidades sustentáveis; Infra-estrutura e integração regional; Redução das desigualdades sociais e Ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável.

Zhao (1999) relata que indicadores de sustentabilidade medem a distância entre o impacto ambiental real e aquilo que a biosfera pode aceitar. Por exemplo, se uma região quiser se desenvolver de uma maneira sustentável, alguns pontos devem ser abordados: Quais os tipos de impactos ambientais, sociais e econômicos que ela poderá receber? Serão estes impactos aceitáveis? Será que a região estará caminhando na direção do desenvolvimento sustentável? Um indicador de sustentabilidade deve ser baseado em uma “situação de referência”.

Os indicadores devem ser capazes de medir as atividades realizadas, os resultados obtidos e os recursos utilizados e as suas comparações com os valores-padrão estabelecidos e devem permitir identificar variações importantes. Um indicador, por si só, não diz muita coisa ou não nos permite uma avaliação da realidade (FENG, 2001).

De maneira geral, os indicadores e índices são elaborados para cumprirem as funções de simplificação, quantificação, análise e comunicação, o que permite entender fenômenos complexos e torná-los quantificáveis e compreensíveis, de modo que possa ser analisado em um dado contexto e, ainda, comunicar-se com os diferentes níveis da sociedade (LOUCKS, 1999).

2.2. Importância dos indicadores na gestão de recursos hídricos

A gestão integrada dos recursos hídricos apresenta uma especificidade que é a necessidade de interdisciplinaridade e a intervenção multisetorial. Esta envolve geralmente diversos usos dos recursos, conflitos de interesses, potenciais usuários que competem entre si gerando problemas que precisam ser resolvidos ou previstos, resultando com isso no desenvolvimento das diretrizes e implementações das ações identificadas.

Carvalho (2000) relata que o objetivo da gestão é de otimizar a utilização das águas, a fim de atender a demanda humana e econômica em quantidade e qualidade satisfatória. Para que isto aconteça é necessário se ter um conhecimento do ambiente em que se pretende implantar qualquer empreendimento hídrico, surgindo dessa forma uma visão holística da utilização das águas.

Com a aprovação e sanção da Lei Federal nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e da Lei Estadual nº 6.308 de 02 de julho de 1996 que instituiu a Política de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba, o Brasil e o Estado recebem o arcabouço legal para o desenvolvimento dos sistemas de gestão, compreendendo planejamento e gerenciamento. Em particular, no Estado da Paraíba, onde as condições hidroclimatológicas não são favoráveis em termos de potencialidades hídricas, os estoques de água devem ser objeto de preocupação constante e merecedora de manejo rigoroso.

A Lei nº 9.433 estabelece os princípios básicos para a gestão dos recursos hídricos. O primeiro princípio é da alocação da bacia hidrográfica como unidade de planejamento. O segundo é o dos usos múltiplos, que quebra a hegemonia do setor hidroelétrico. O terceiro é o reconhecimento da água como um bem finito e vulnerável. O quarto é o do reconhecimento do valor econômico da água, que induz a cobrança pelo uso. O quinto é o da gestão descentralizada e participativa (STUDART, 2001).

Os principais instrumentos de gestão de recurso hídricos são: Planos de Recursos Hídricos; Enquadramento dos Corpos D'Água; Outorga; Cobrança; Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

Os Planos de Recursos Hídricos trata-se da adaptação moderna para o planejamento administrativo utilizado no passado. Consiste em um plano estratégico que resumos

objetivos, metas e métodos para diversos indicadores de situação da bacia, estabelecidos com base em estudos técnicos e possibilidades políticas, tendo por base as negociações nos comitês (JUNIOR, 2004).

A Resolução nº 020 de 18/06/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiental (CONAMA), define Enquadramento como o “estabelecimento do nível de qualidade (classe) a ser alcançado e/ou mantido em um segmento de corpo de água ao longo do tempo”. O enquadramento representa uma meta ambiental a ser alcançada. Como ele dispõe sobre os padrões de qualidade do meio receptor, ele pode ser admitido como um instrumento. (RIBEIRO E LANNA, 2001).

A Outorga de direito de uso dos recursos hídricos é um mecanismo pelo qual o usuário recebe uma autorização, ou uma concessão, para fazer uso da água para fins econômicos. Todavia, o processo de outorga necessita considerar as diferentes alternativas de gestão integrada ou de obtenção de água na bacia hidrográfica em questão – superficiais, subterrâneas, captação de chuvas, umidade do solo que dá suporte ao desenvolvimento da biomassa, reuso da água, principalmente - às condições de uso e conservação julgadas mais adequadas, além dos níveis de produtividade que deverão ser alcançadas, a critério do comitê. (REBOUÇAS, 2004).

A concepção da Cobrança está ligada ao Princípio Poluidor-Pagador (PPP) e ao Princípio Usuário-Pagador (PUP), ou seja, quem usa a água paga e quem polui também paga. O usuário é compelido a internalizar os custos (externos) que impõe a terceiros ao usar o recurso natural (RIBEIRO E LANNA, 2001).

O Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos é destinado a coletar, organizar, criticar e difundir a base de dados relativa aos recursos hídricos, seus usos, o balanço hídrico de cada bacia hidrográfica, unidade de planejamento, provendo aos gestores, usuários, sociedade civil e outros segmentos interessados nas informações necessárias ao processo decisório (REBOUÇAS, 2004).

A situação atual dos recursos hídricos caracteriza-se principalmente pela identificação dos conflitos entre usuários, dos riscos de racionamento dos recursos hídricos ou de sua poluição e de degradação ambiental em razão da má utilização desses recursos, bem como a necessidade de medidas de preservação dos mananciais. Diante esses problemas a sociedade parte para uma nova luta de buscas de tentativas para a solução

desses empecilhos ao desenvolvimento e cada vez mais as pessoas se unem e se juntam aos principais atores governamentais e não-governamentais, que desenvolvem ações relacionadas à gestão dos recursos hídricos na bacia, constituindo, portanto o comitê de bacias hidrográficas.

A participação da sociedade no planejamento e na condução de grandes empreendimentos hídricos na região é condição indispensável para: à legitimação das demandas hídricas; à mobilização dos interessados; à sustentabilidade política; e à cogestão de bacias hidrográficas (VIEIRA, 2002).

No caso dos Comitês de Bacia Hidrográfica, a metodologia adotada para a mobilização fundamenta-se na constatação de que o processo educativo e a cooperação entre os usuários para a gestão democrática das águas têm sido mais eficazes quando tomam para ponto de partida problemas concretos e mais próximos do dia-a-dia e dos interesses da comunidade. Entre estes, a necessidade de recuperação e preservação dos reservatórios e rios, além da urgência em definir critérios que garantam o acesso à água em situação de escassez.

A construção de indicadores que tenham relevância é de extrema importância para a gestão de recursos hídricos, pois são os conjuntos destes que irão responder, ao longo do tempo, se está ocorrendo uma aproximação ou distanciamento da sustentabilidade da bacia quanto à qualidade e quantidade dos recursos hídricos.

A realidade atual de escassez hídrica, caracterizada pela ausência ou ineficiência da gestão de recursos hídricos, gera um confronto constante entre o potencial e as disponibilidades de recursos hídricos de cada bacia, e entre as disponibilidades e as demandas, necessitando-se do emprego de índices de sustentabilidade (VIEIRA, 2003).

Um dos principais desafios que os municípios situados na região Semi-Árida do Nordeste do Brasil estão atualmente enfrentando, está relacionado com o equacionamento do uso racional dos seus recursos hídricos, no sentido de atender às demandas específicas e variáveis das suas microrregiões. Em virtude da ausência de uma tradição na política de preservação dos recursos hídricos, consolidaram-se nesta região práticas conflitantes entre os múltiplos usos da água pela sociedade, inviabilizando seu acesso a todos os usuários.

Existem vários índices e indicadores de sustentabilidade a nível ambiental, social, e econômico e no nível de qualidade e desempenho, todos voltados para a conciliação e harmonização desses fatores à gestão integrada de recursos hídricos, visando sempre à

integração da comunidade na participação das decisões de planejamento para o desenvolvimento sustentável (SIMONOVIC, 2001).

O desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade para a gestão de recursos hídricos é de extrema importância. Este ocorre a partir do processo de análise de alguns marcos referenciais internacionais e nacional, fundamental para o estabelecimento dos critérios que apoiarão a organização de um esquema ou estrutura de indicadores, gerando posteriormente um sistema de suporte a decisão, sempre considerando as avaliações sobre o processo de evolução e inserção do conceito nos níveis da produção da informação e da gestão administrativa das condições de decisão (SHIELDS, 2002).

2.3. Pesquisas realizadas sobre indicadores

A Comissão de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (CDS – ONU), publicou em 1996 o documento Indicador de Desenvolvimento Sustentável – estrutura e metodologia, conhecido como “Livro Azul”. A elaboração do documento foi coordenado pelo Departamento para Coordenação Política e Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (DPCSD), teve apoio da OCDE - Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico e também das organizações não-governamentais. O programa de trabalho incluía uma lista de aproximadamente 134 indicadores econômicos, sociais e ambientais, organizados em um quadro estruturado segundo o modelo PER (Pressão - Estado – Resposta). Em 1999, a listagem foi reduzida, optando por um conjunto menor de 57 indicadores e admitindo maior flexibilidade para cada país na sua elaboração.

Niemeijer (2002) fez uma revisão sobre as abordagens baseadas em dados e teorias (como a seleção dos indicadores) e destacou os seguintes pontos na escolha e avaliação dos indicadores: disponibilidade de dados; especificidade dos ecossistemas a ser considerado nos indicadores; agregação espacial e conceitual dos dados e valores de referências para os indicadores.

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) publicou, em 1990, as primeiras estatísticas do Índice de Desenvolvimento Humano, o IDH, o qual, combinando a taxa de alfabetização, a frequência à escola, a mortalidade infantil, a esperança de vida e a renda per capita, tornou-se o mais importante instrumento de medida e comparação das condições de vida. Para cada variável foram fixados valores mínimos e

máximos, permitindo o cálculo de sub-índices individuais, cuja média aritmética gera o IDH. Todo indicador, entretanto, tem grandes limitações. O IDH, por exemplo, deixa de considerar muitas variáveis importantes e combina medidas que podem mudar rápido, com medidas que exigem mais tempo para mudar.

Um dos mais conhecidos índices de pressões humanas sobre os estoques hídricos, é o índice de Falkenmark. Ele sinaliza a escassez hídrica por meio dos recursos hídricos renováveis per capita/ano, segundo os seguintes limites: limite hídrico de stress: abaixo de 1700 m³/hab/ano; limite hídrico de escassez: 1700 m³/hab/ano; escassez crônica: 1000 m³/hab/ano e escassez crítica: 500 m³/hab/ano (VIEIRA, 2002).

O Índice de Horton consiste no primeiro Índice de Qualidade da Água (IQA) de uso geral. Horton selecionou oito parâmetros e atribuiu a cada um deles uma escala de classificação e um peso de acordo com a significância relativa na qualidade geral do corpo de água. Este índice tem uma estrutura linear escalonada. A escala adotada por Horton vai de 0, para água de pior qualidade a 100, para água de melhor qualidade (OTTON, 1978 apud ROMEIRO, 2004).

Vieira et al. (1995), no Projeto Áridas (Projeto de Desenvolvimento Sustentável do Semi-Árido), elaborado pela Secretaria de Planejamento da Presidência da República e publicado pelo IPEA em 1995, estabeleceram um conjunto de indicadores de Vulnerabilidade e de Sustentabilidade Hídrica para interpretação do estado hídrico de uma bacia hidrográfica, com especial aplicação para as bacias do semi-árido do Nordeste. Estes indicadores mostraram-se como instrumentos de grande valia para o planejamento e também o gerenciamento dos recursos hídricos nas bacias.

Lemos et al. (2003) determinaram o indicador de Salubridade Ambiental – ISA (CONESAN, 1999) para os municípios da Bacia do Rio Taperoá, no Estado da Paraíba, e encontraram valores muito baixos dos indicadores secundários. O ISA é uma média ponderada dos seguintes indicadores secundários: de abastecimento de água (25%), de esgotos sanitários (25%), de resíduos sólidos (25%), de controles de vetores (10%), de recursos hídricos (10%) e sócio econômico (5%).

Rêgo e Albuquerque (1999) avaliaram o gerenciamento racional e integrado dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos no Estado da Paraíba, empregando Índices de Sustentabilidade: Índice de Ativação do Potencial (IAP), Índice de Utilização das Potencialidades (IUP) e Índice de Utilização das Disponibilidades (IUD), que expressam o

confronto entre o potencial e as disponibilidades de recursos hídricos de cada bacia hidrográfica do Estado da Paraíba e entre estas disponibilidades e as demandas. Esta avaliação contrasta com a realidade atual de escassez hídrica, apontando como principal causa a ausência ou ineficiência da gestão dos recursos hídricos. Utilizando estes mesmos índices, Medeiros (1998) avaliou a sustentabilidade hídrica do Estado da Bahia, através de um cenário de mudanças climáticas e de ação antrópica desfavoráveis e concluiu que de um modo geral, estes índices, ao longo do tempo, buscam refletir a evolução da sustentabilidade dos recursos hídricos das unidades de planejamento.

Os Indicadores de Performance de Hashimoto et al. (1982): confiabilidade, resiliência, vulnerabilidade e magnitude, têm sido utilizados por vários pesquisadores para estudo de desempenho dos reservatórios. Lima et al. (2002), por exemplo, utilizaram esses indicadores para determinar a sustentabilidade relativa de sistemas hídricos de forma que seja possível identificar as melhores alternativas de usos múltiplos da água diante das crescentes demandas e das diferentes condições hidrológicas. Paixão et al. (2003) aplicaram os critérios desses indicadores para desenvolver uma metodologia para estudar as secas hidrológicas e ajudar na avaliação de projetos de recursos hídricos. Campos et al. (1997) estimaram oito indicadores de vulnerabilidade dos sistemas hídricos, para as bacias hidrográficas do Estado do Ceará, sugerindo a partir destes, políticas de fortalecimento das unidades de planejamento para convivência com as secas.

Diversos países têm adotado sistemáticas de desenvolvimento e monitoramento de indicadores em suas políticas de água. Alguns exemplos são apresentados a seguir.

Na França, cada Agência de Água elabora e adota, desde de 2000, um painel de indicadores no nível de sua respectiva bacia. Este é usado para o monitoramento anual das ações propostas nos planos diretores de bacias (ROMEIRO, 2004).

Roldán e Valdés (2002) utilizaram uma metodologia para a mensuração do Desenvolvimento Sustentável, na região do rio Coatzacoalcos, zona altamente industrializada situada no Estado de Vera Cruz, aproximadamente 800 km a sudeste de cidade de México. Foram estudados 21 indicadores, analisando-se o desempenho de cada um. Os resultados da análise identificaram e priorizaram os problemas mais urgentes que precisam ser resolvidos para obter a melhoria no desenvolvimento dos municípios de acordo com a sustentabilidade e critérios de administração do recurso hídrico.

A Colômbia está na primeira fase do desenvolvimento de indicadores ambientais de sustentabilidade, envolvendo sempre as questões hídricas. Tal iniciativa é do Sistema Nacional Ambiental (SINA), vinculado ao Ministério de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, e conta com o apoio de várias agências internacionais, da Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) e do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Há também há a experiência do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), único esforço cooperativo da região que, na apresentação de indicadores, usa de maneira adequada os sistemas de informação georreferenciados e a cartografia (ROMEIRO, 2004).

O Chile encontra-se na etapa de desenvolvimento de indicadores que mostram a problemática dos recursos naturais regionais, com a participação dos atores envolvidos, de dados nacionais agregados, que serão complementados com IDS - Indicadores de Desenvolvimento Sustentável em escala nacional, usando um enfoque sistemático e um original. Do mesmo modo, a Costa Rica mostra avanços no desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade, a fim de compreender o nível da problemática dos recursos naturais, principalmente hídrico, tendo participado da CDS - Comissão de Desenvolvimento Sustentável e também do Connect 4, um projeto de cooperação com a Holanda, Benim e Butão (ROMEIRO, 2004).

A Bolívia e a Venezuela participaram do CDS, mas obtiveram menor apoio de seus governos, e, devido a desastres naturais, como por exemplo, a escassez de água, e a problemas internos, socioeconômicos e políticos, não tiveram progressos posteriores. África utiliza um indicador chamado de “barreira de água” relacionado à quantidade per capita da água disponível em cada nação, com o intuito de analisar a quantidade de água existente neste país (ROMEIRO, 2004).

No Brasil existe um convênio entre o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para desenvolver indicadores de desenvolvimento sustentável com base na lista reduzida da CDS. Os principais indicadores que têm sido, tradicionalmente, desenvolvidos nos últimos anos são os de qualidade da água e os índices que envolvem a potencialidade e disponibilidade hídrica, visando sempre à cooperação para a gestão dos recursos hídricos (MMA, 2000).

Existem também experiências importantes nos países desenvolvidos, como o Canadá, que possui um trabalho de alto padrão de qualidade, com relação aos indicadores

de sustentabilidade ambiental, motivados sempre pelo enfoque próprio que ordena sua política ambiental. Estes indicadores possuem cobertura regional (local e por província) e nacional, e são acompanhados de uma análise contextualizada, de forma interessante para o usuário leigo. Há também o Programa de Indicadores de Desempenho Ambiental da Nova Zelândia. A Suécia possui seu conjunto de indicadores puramente ambientais e bastante interessantes no que se refere à comunicação e à simplicidade (ROMEIRO, 2004).

Na China, Yuan et al. (2003) apresentam um trabalho sobre a participação social na escolha dos indicadores de sustentabilidade, englobando questões sobre a água e outros recursos escassos da natureza.

Van Der Veeren e Lorenz (2002) fazem outra abordagem com indicadores, utilizam-nos como instrumentos para dar suporte à tomada de decisão para descrever efeitos econômicos e ecológicos nas ações de manejo de bacias hidrográficas.

E preciso muita cautela em qualquer tentativa de elaborar um indicador de desenvolvimento sustentável. Vários indicadores econômicos, sociais e ambientais já foram pesquisados, analisados e estudados. Em todo o mundo prosseguem os trabalhos científicos e os debates políticos para a elaboração de novos indicadores de desenvolvimento sustentável, sempre buscando o aprofundamento da nossa compreensão e gerando um espaço onde o diálogo entre diferentes visões de mundo pode ser realizado de forma mais produtiva. Cada vez mais, soluções pragmáticas para a implementação dos princípios do desenvolvimento sustentável em um mundo “globalizado” tendem a surgir. Isso significa definir novos limites, novas tarefas, regras e instituições.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

A proposta metodológica para a determinação de indicadores e índices que visam verificar a sustentabilidade de uma determinada bacia, estabelece que o rio e a sua bacia hidrográfica são parâmetros principais de espacialização, integração e compatibilização de indicadores construídos a partir de metodologias e visões disciplinares distintas (VIEIRA, 2003).

Para a proposição de cálculo dos indicadores deve-se sempre estudar metodologias que tornem a determinação das mesma mais clara e consistente, no entanto, nem todos os aspectos analisados apresentam caráter objetivo, passível de ser quantificado.

3.1. Etapas

Para a construção dos indicadores partiu-se do cadastramento de todas as informações disponíveis da bacia, e depois se verificaram quais puderam ser utilizadas para a construção dos indicadores. Posteriormente, foram definidas as etapas que compõem a metodologia desta pesquisa e que estão descritas a seguir.

3.1.1. Escolha dos indicadores

Neste estudo fez-se necessário definir um conjunto de indicadores para avaliar as condições da bacia em relação a certas variáveis, e estes indicadores podem, posteriormente, ser utilizados pelo poder público e sociedade na definição de políticas para a bacia.

Estes indicadores devem ser escolhidos de forma a detalhar as características que permitam analisar a sustentabilidade hídrica da bacia em estudo. Por isso, são gerados por meio de dados e informações que se tem da bacia analisada. Vale ressaltar que cada bacia possui suas características, as quais são totalmente díspares entre si, havendo necessidade de se ter primeiramente grupos de indicadores que traduzam sua realidade, sejam bem definidos e possam sofrer algumas alterações. Mais importante que a criação de uma gama de indicadores é começar a trabalhar com um número mais reduzido possível, pois, mais importante que o número de indicadores definidos, é as informações neles contidas e o grau de confiabilidade destas informações. Resumindo, de nada adianta, ter uma grande quantidade de indicadores se eles não representam a realidade da sustentabilidade da bacia. É inviável, entretanto, ter apenas um indicador para se fazer um diagnóstico. Daí a importância de selecionar um conjunto pequeno de indicadores que permitam obter uma idéia geral da sustentabilidade na bacia (SILVA e PAULA, 2003).

Na Tabela 3.1 encontram-se todos os indicadores (e seus respectivos índices) de sustentabilidade hídrica selecionados nesse trabalho. A escolha destes resultou-se da relação entre gestão de recursos hídricos em geral com a necessidade de um diagnóstico da sustentabilidade hídrica da bacia em estudo.

3.1.2. Escolha e cálculo dos índices que compõem os indicadores

Devido aos diferentes conceitos e concepções sobre o que seja sustentabilidade hídrica, pois envolvem questões relativas à vulnerabilidade social, política e econômica, ocorre uma grande dificuldade com relação à escolha dos índices, ou seja, dos componentes dos indicadores a serem utilizadas na mensuração.

A escolha dos índices que compõem os indicadores deve ser realizada através de critérios importantes, tais como: relevância (capacidade da variável em traduzir o fenômeno); aderência local (capacidade da variável em captar fenômeno produzido ou passível de transformação no plano local); disponibilidade (cobertura e atualidade dos dados) e por fim, capacidade da variável permitir comparações temporais (BRAGA et al, 2003). A partir da escolha dos índices, realiza-se a análise do caso de estudo, calculando-os, utilizando-se os dados disponíveis da bacia. Tabelas de índices foram geradas ao nível de municípios e principais açudes da bacia do rio Taperoá.

Tabela 3.1 – Indicadores e Índices de Sustentabilidade Hídrica Selecionados

INDICADORES	ÍNDICES
<p>Potencialidade, Disponibilidade e Demanda (IPDD)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Índice de Abastecimento (Atendimento) da Demanda Atual – IADA - Índice de Abastecimento (Atendimento) da Demanda Futura – IADF - Índice de Abastecimento (Atendimento) da Demanda Controlada - IADC - Índice de Ativação das Potencialidades – IAP (Vieira et al. 1995) - Índice de Utilização das Potencialidades – IUP (Vieira et al. 1995) - Índice de Utilização das Disponibilidades – IUD (Vieira et al. 1995)
<p>Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos (IGRH)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Índice de Comitês de Bacia Hidrográfica – ICBH - Índice de Outorga – IO - Índice de Cobrança – IC
<p>Eficiência de Uso da Água (IEUA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Índice de Domicílios Atendidos por Poços – IDAP (CONESAN, 1999) - Índice de Domicílios Atendidos por Sistema de Abastecimento de Água – IDASA (CONESAN, 1999) - Índice de Ligações de Esgoto – ILE (CONESAN, 1999) - Índice de Tratamento de Esgoto – ITE (CONESAN, 1999) - Índice de Tratamento de Resíduos Sólidos – ITRS (CONESAN, 1999) - Índice de Perdas de Água na Rede – IPAR

O Capítulo 4 contém todas as fórmulas necessárias a obtenção dos índices.

3.1.3. Estabelecimento das escalas parciais dos índices

Após o cálculo dos índices, realiza-se a construção de escalas parciais para estes, com base nos valores obtidos. Estas representam a classificação dos índices em: muito alto, alto, médio, baixo ou muito baixo.

Em alguns casos, quando os resultados dos índices se tornam confusos, e complexos de se classificar, uniformiza-os através do processo de linearização de cada índice, e posteriormente, com esta nova classificação estabelece-se à escala parcial (respeitando a classificação apresentada anteriormente). No Capítulo 4 encontram-se as fórmulas utilizadas para realizar as linearizações.

Outra especificidade ocorre quando se tem um índice subjetivo, onde a escala parcial é construída de acordo com uma análise da situação real deste índice na bacia. Para todos os índices é utilizada a classificação já apresentada.

3.1.4. Estabelecimento dos níveis de planejamento

Na maior parte dos estudos observa-se o maior número de índices no ponto de vista de desenvolvimento sustentável, tentando sempre disponibilizar um sistema de cobertura nacional, outros a nível regional ou estaduais ou municipais.

Neste trabalho aborda-se uma metodologia, na qual os índices que compõem os indicadores são aplicados nos seguintes níveis de planejamento: bacia, açude, sub-bacia e sub-bacia e município. O objetivo é comparar os resultados dos níveis entre si (regional e local), e com isso demonstrar a importância de se realizar um estudo em escalas macro (bacia) e micro (açude, sub-bacia e município), observando as diferenças bastante evidentes, e cooperando para um detalhamento maior da real situação da bacia, e conseqüentemente uma melhor realização da gestão de recursos hídricos.

Estes níveis são atribuídos a cada indicador, de acordo com a possibilidade de sua existência, que depende da análise dos dados da bacia, os quais foram especificados nos índices. Os dados que compõem cada índice quando comparados entre si são fundamentais para a definição das escalas parciais.

3.1.5. Estabelecimento das escalas globais dos indicadores

Ao se distribuir todos os índices nos seus respectivos níveis de planeamento, constroem-se escalas globais, com graus de sustentabilidade hídrica: muito alta, alta, média, baixa, muito baixa, para todos os indicadores, os quais foram gerados a partir do resultado do agrupamento dos índices. Este agrupamento pode ocorrer de várias formas: através da soma ou da média dos índices, por unidade específica dos níveis de planeamento. A utilização de um ou outro vai depender da análise dos resultados individuais de cada índice. Posteriormente se estabelece a escala global com base naqueles resultados

A escala global estabelecida para os indicadores, com seus respectivos graus, permite obter-se um resultado geral ou um conceito global, com relação às diferentes dimensões da sustentabilidade hídrica para a bacia analisada. O significado de cada indicador quando relacionados ao conceito de sustentabilidade hídrica são fundamentais para a definição das escalas globais.

A utilização de escalas diferentes para índices e indicadores torna possível a avaliação da bacia através de duas formas: uma mais detalhada, por cada índice calculado e outra mais ampla, que envolve os indicadores. Para o caso dos indicadores obteve-se um diagnóstico condensado sobre a bacia perante a sustentabilidade hídrica.

3.1.6. Resultado da sustentabilidade hídrica da bacia por indicador

Para cada indicador, em cada nível de planeamento adotado, foi possível identificar um resultado quanto a sustentabilidade hídrica da bacia, através dos graus da escala global (muito alta, alta, média, baixa e muito baixa).

3.1.7. Plotagem dos mapas

Para uma melhor visualização dos diferentes resultados gerados pelos vários níveis de planeamento, plotaram-se para cada um destes, mapas da bacia, de acordo com as escalas globais estabelecidas. A plotagem dos mapas foi realizada após a valoração qualitativa (graus na escala global - muito alta, alta, média, baixa e muito baixa)

relacionadas aos indicadores, em todos os níveis de planejamento (por bacia, açude, sub-bacia, sub-bacia e municípios). A representação dos graus da sustentabilidade hídrica é mostrada nos mapas através da variação de cores: preto (muita alta), azul (alta), verde (média), rosa (baixa) e amarelo (muito baixa).

3.1.8. Análise dos resultados

Duas formas de análise dos resultados foram concebidas, as quais estão descritas a seguir:

3.1.8.1. Análise 1: Individual dos indicadores

Trata-se de uma análise dos resultados individuais de cada indicador por cada nível de planejamento. Identificaram-se os aspectos mais fortes e os mais vulneráveis da bacia, a fim de estabelecer ações de gestão de recursos hídricos, visando melhorar a situação da bacia, controlando os agentes causadores de tal situação.

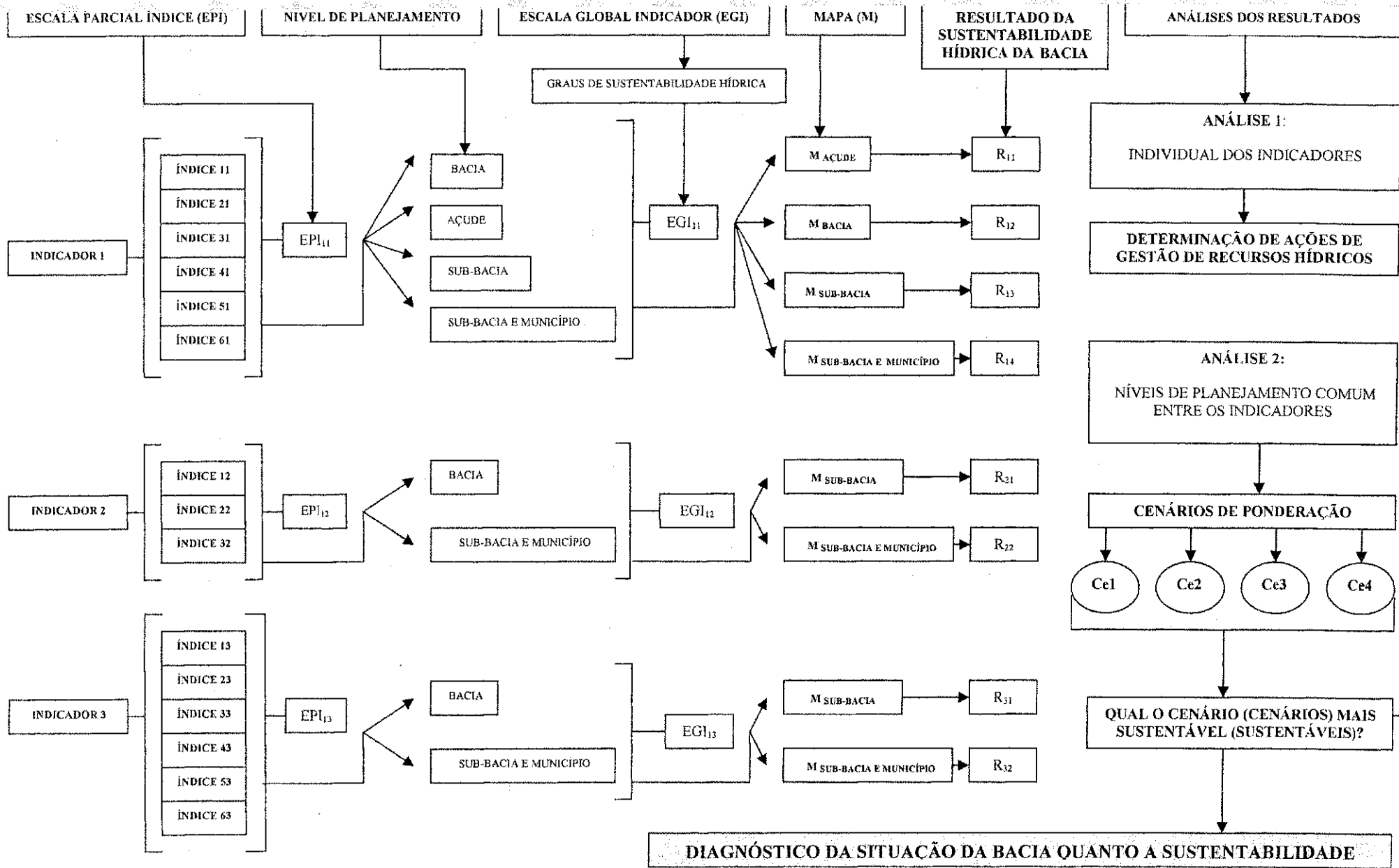
3.1.8.2. Análise 2: Níveis de planejamento comuns entre os indicadores

Foram comparados os resultados dos níveis de planejamento comuns entre os indicadores selecionados. Para esta comparação conceberam-se alguns cenários de ponderação diferenciados entre si pela importância de cada um dos indicadores na gestão de recursos hídricos. A partir dessa avaliação pode-se ter uma idéia do cenário (ou cenários) mais sustentável (ou sustentáveis) referente à bacia hidrográfica em estudo, e estabelecer um diagnóstico da situação da bacia quanto à sustentabilidade.

Esse método utilizado deve validar a utilização dos indicadores como instrumento de avaliação de políticas públicas e auxiliar na prioridade de investimento das áreas que apresentem maior precariedade. Os indicadores analisados podem auxiliar no planejamento, implementação e avaliação das ações e na garantia das condições de sustentabilidade da bacia.

De um modo geral, o que se procura alcançar é água efetivamente disponível em quantidade segura e qualidade adequada. O cenário que melhor direcione para a realização dessa realidade deve ser cuidadosamente explorado e analisado.

A Figura 3.1 mostra um Fluxograma com a descrição metodológica desta pesquisa.



3.2. Área de Estudo - Bacia do Rio Taperoá

O estudo dos indicadores e índices será realizado na Bacia do rio Taperoá, Paraíba.

A bacia hidrográfica do Rio Taperoá situa-se na parte central do Estado da Paraíba, Mesorregião de Borborema e Microrregião do Cariri Ocidental. Localiza-se entre as coordenadas geográficas 6^o51'31'' e 7^o34'21'' de latitude Sul e entre 36^o0'55'' e 37^o13'9'' de longitude Oeste de Greenwich. A Figura 3.2 apresenta o mapa de localização da bacia do rio Taperoá.

No interior da bacia distribuem-se completa e parcialmente os municípios de: Assunção, Barra de Santa Rosa, Boa Vista, Cabaceiras, Cacimbas, Desterro, Gurião, Juazeirinho, Junco do Seridó, Livramento, Olivedos, Parari, Pocinhos, Salgadinho, Santo André, São João do Cariri, São José dos Cordeiros, Serra Branca, Seridó, Soledade, Taperoá, Teixeira e Tenório. Contribuem, principalmente, para a bacia do Taperoá, o seu rio principal, Rio Taperoá, as seguintes Sub-Bacias: Riacho Boa Vista, Riacho da Serra Grande, Riacho do Farias, Rio Soledade, Riacho Desterro, Riacho do Silva, Riacho Mucutu, Riacho do Livramento e Riacho dos Cordeiros.

A população residente dos municípios da bacia, segundo o Censo do IBGE de 2000, somou 123.829 habitantes, onde 66.651 habitantes representam a população urbana. A sede municipal de maior população urbana é a de Soledade com 8.461 habitantes, e a menor, é a de Parari, com 339 habitantes. Tratam-se, portanto de centros urbanos de pequeno porte. Esta população total da Bacia do Taperoá equivale 3% do total do Estado da Paraíba, que é de 3.305.000 habitantes.

A economia regional é baseada na agricultura e pecuária, além de benefícios da previdência social. A renda per capita média dos municípios é de apenas R\$ 230,00 (IBGE, 2002), configurando um quadro de poder aquisitivo e desenvolvimento insatisfatórios.

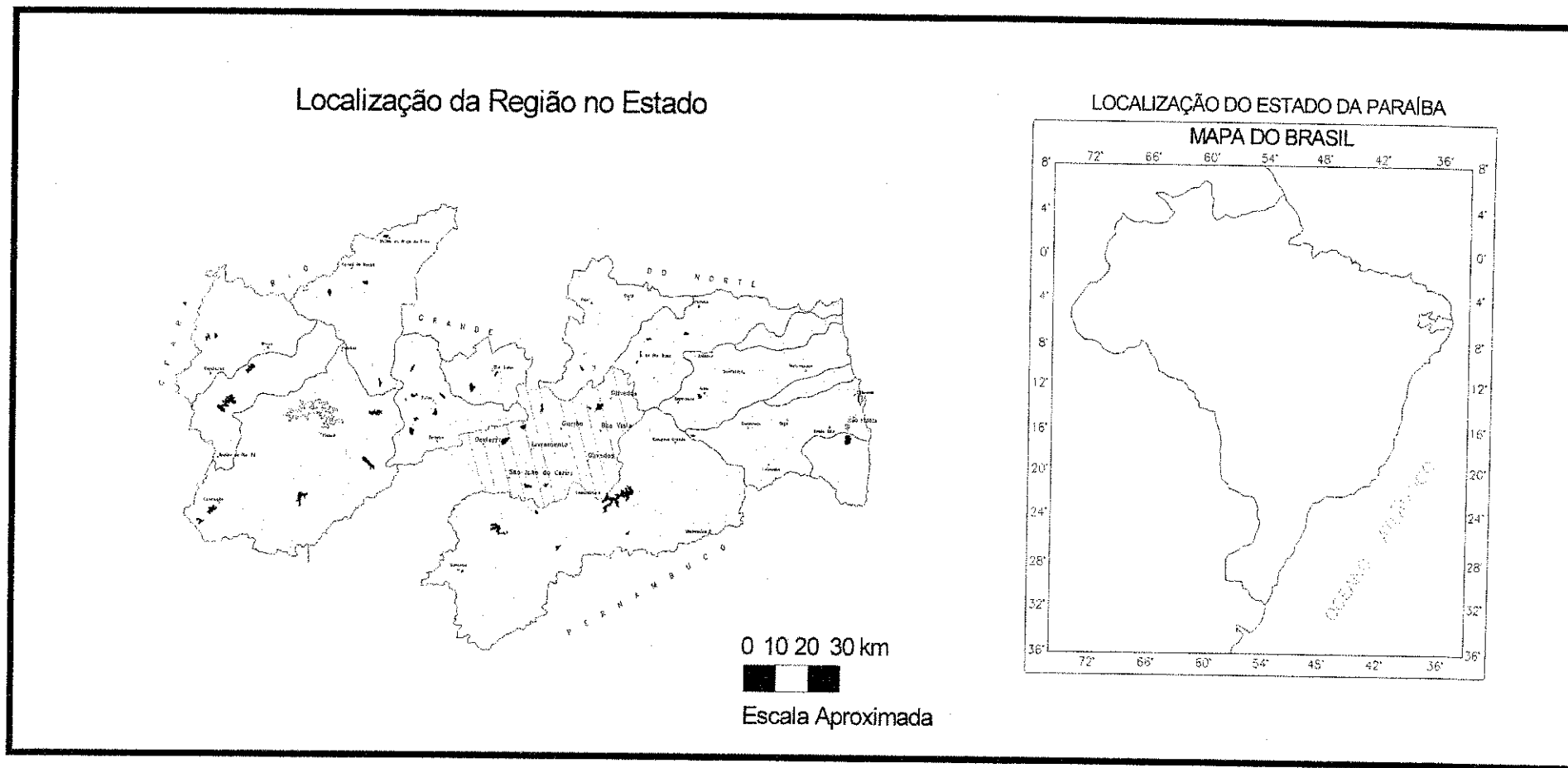


Figura 3.2 – Localização da Bacia do Rio Taperoá no Estado da Paraíba

3.2.1. Caracterização física da área de estudo

A bacia do rio Taperoá faz parte do sistema drenante do conjunto das três regiões do curso do Rio Paraíba (Alto Médio e Baixo Paraíba). Limita-se com as bacias do Espinharas e do Seridó a oeste, com a região do Alto Paraíba ao sul, com as bacias do Jacu e Curimataú ao norte, e com a região do Médio Paraíba a leste. Seu principal rio é o Taperoá, de regime intermitente, como todos os outros da região, nasce na Serra do Teixeira e desemboca no rio Paraíba, no Açude Boqueirão - Presidente Epitácio Pessoa, responsável pelo abastecimento da cidade de Campina Grande. Drena uma área aproximada de 5.664,46 km².

Os açudes (e suas respectivas capacidades) que pertencem a essa bacia são: Taperoá II (15.148.900 m³); Lagoa do Meio (6.647.875 m³); Barra (3.017.185 m³); Gurjão (1.929.250 m³); Jeremias (4.658.428 m³); Livramento (2.432.420 m³); Mucutu (25.373.341 m³); Namorados (2.118.980 m³); Olivedos (5.875.124 m³); Salitre (3.576.680 m³); São José dos Cordeiros (1.311.540 m³); Serra Branca I (2.117.000 m³); Serra Branca II (14.042.568 m³); Soledade (27.804.100 m³); Santa Tereza; João Medeiros (LMRS, 2003).

A Figura 3.3 mostra a Rede de Drenagem da Bacia do Rio Taperoá.

A bacia do rio Taperoá é caracterizada em termos de clima, segundo a classificação de Köppen, como do tipo BSw^h, isto é, semi-árido quente. As temperaturas mínimas variam de 18 a 22^oC (meses de julho e agosto), onde os valores mínimos ocorrem nas porções mais altas do Planalto da Borborema. As temperaturas máximas variam entre 28^o e 31^oC (meses de novembro e dezembro).

Quanto à evaporação na bacia do Taperoá, os dados obtidos a partir de tanque classe A, apresentam valores que variam entre 2.500 a 3.000 mm, decrescendo de oeste para leste. Os dados pluviométricos indicam que a região apresenta precipitação média anual que varia entre 350 e 600 mm, ou seja, médias pluviométricas baixas. Observa-se que a maior concentração do total precipitado ocorre em um período aproximado de dois a quatro meses (abril-agosto), correspondendo a 65% do total das chuvas anuais (SILVA et al. 2000).

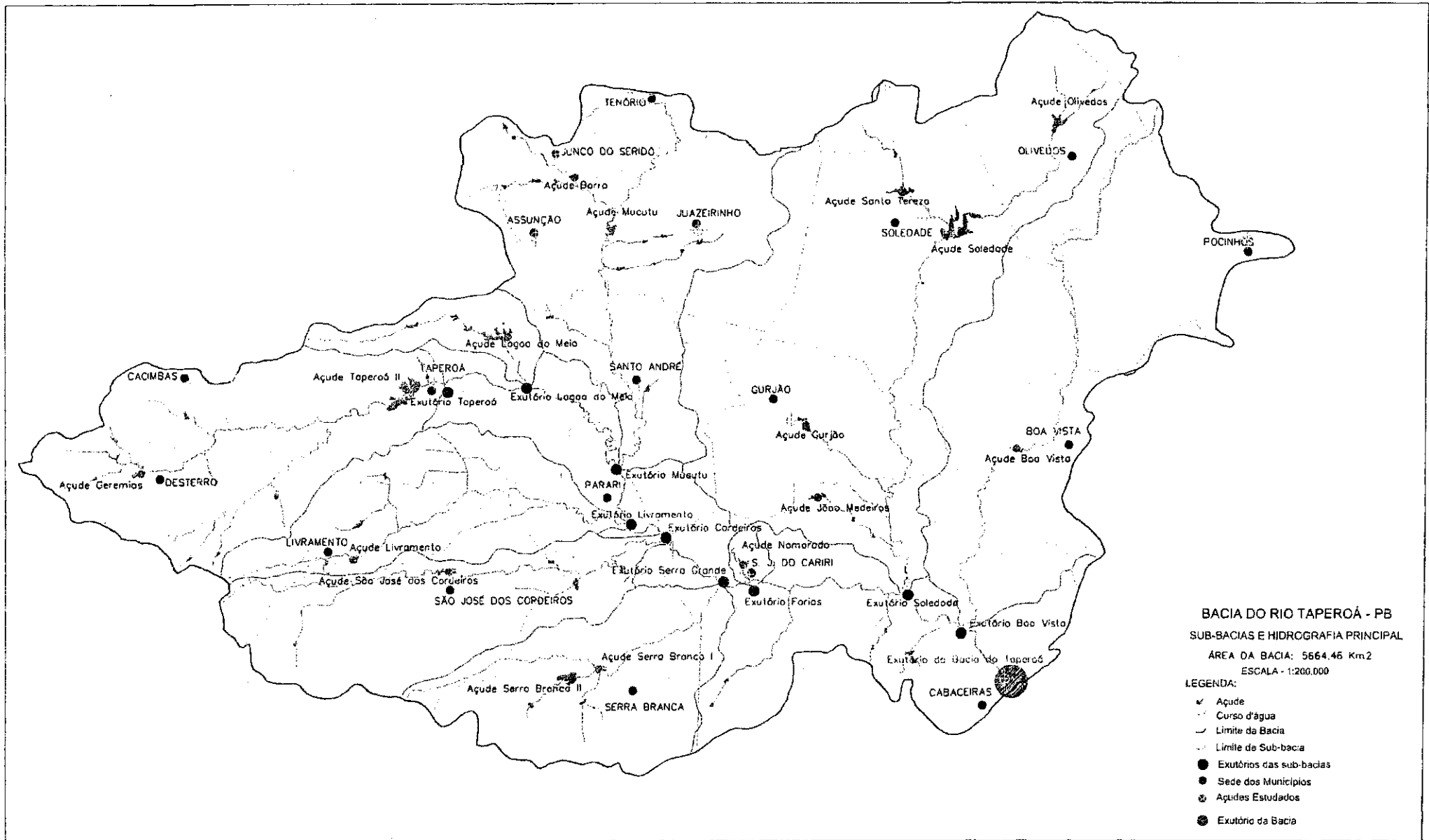


Figura 3.3 - Rede de Drenagem da Bacia do Rio Taperoá - PB

Em termos de valores médios anuais, a umidade relativa do ar medida na bacia do Rio Taperoá, varia de 60% a 75%, onde os valores máximos ocorrem no mês de junho e os mínimos no mês de novembro. A insolação ao longo do ano apresenta uma variação nos meses de janeiro a julho de 7 a 8 horas diário e nos meses de agosto a dezembro de 8 a 9 horas diário. Quanto à velocidade média do vento, esta não apresenta valores significativos, ou seja, oscila entre 2 a 4 m/s (SILVA et al. 2000).

A vegetação natural predominante na área da bacia do rio Taperoá é de Caatingas hiperxerófila, hipoxerófila, floresta caducifólia e subcaducifólia. Em alguns trechos a caatinga apresenta-se densa, com vegetação rasteira constituída por herbáceos espinhosos e arbustos densos. Em outros setores mais secos, a vegetação perde totalmente as folhas no verão. As espécies dominantes são: Caroa, Catingueira, Coroa de Frade, Faveleiro, Imburana, Imbuzeiro, Juazeiro, Jurema, Macambira, Marmeleiro, Mimosa, Mofumbo, Oiticica, Pinhão Bravo, Velame e Xique-xique. As áreas desmatadas e utilizadas para a agricultura são em geral ocupadas pelas culturas de palma forrageira, agave, algodão além de milho e feijão (SILVA et al. 2000).

O relevo da bacia apresenta setores ondulados, forte ondulados e montanhosos. As variações hipsométricas da topografia assumem altitudes consideradas relevantes, nas quais os pontos culminantes atingem a cota de 600 m nas escarpas orientais do Planalto da Borborema. Na região da bacia observa-se a ocorrência de solos de tipo: Bruno Não Cálcico de pouca espessura, que cobre todo cristalino existente na área de abrangência da bacia, Litólicos, Solonetz Solodizado, Regossolos e Cambissolos. Convém destacar que a ocorrência dos três últimos tipos de solos se verifica mais nos municípios de Taperoá, Juazeirinho e Soledade. Em termos geológicos, a área da bacia do Rio Taperoá é constituída predominantemente de formações oriundas do proterozóico e do arquezóico, notando-se quartzitos, gnaisses e migmatitos, além de micaxistos e litologia associada ao complexo gnáissico. Há também ocorrência de granitos originados de rochas vulcânicas e plutônicas.

Apesar da constituição geológica com predominância de rochas xistosas, que favorecem a produção de sais, a extrema semi-aridez (alturas pluviométricas inferiores a 500 mm./ano) não propicia condições de muita alteração química destas rochas, aí predominando as águas com resíduo seco menor ou igual a 1.500 mg/l. No entanto, ocorrem com pouca frequência, águas com salinidade acima deste limite. A bacia está

bastante antropizada, com pecuária extensiva e área agrícola não planejada, mata ciliar escassa e ausente em alguns trechos. Ocorre forte exploração vegetal para carvão e lenha. Não há replantio. As águas superficiais e subterrâneas apresentam diversos graus de salinidade, caracterizando-se as primeiras por variações acentuadas entre as épocas secas e as chuvosas. Nas áreas de maior ocupação humana, as carências e até a ausência de saneamento básico são riscos graves de poluição e contaminação (PERH, 2004).

A atividade mineira é bastante desenvolvida na parte alta desta bacia (exploração de caulim), com degradação ambiental visível, afetando relevo e solo pela ação da lavra a céu aberto e conseqüente deposição de rejeitos. Há, ainda, a presença de faixas de rochas com ocorrência de minérios de estanho, berilo e tungstênio e calcíferas que são focos potenciais de poluição ambiental.

3.2.2. Situação dos Recursos Naturais e Hídricos na Bacia

O armazenamento de água na bacia do Taperoá através de açudes é imprescindível para aproveitar os volumes escoados, já que, o regime pluviométrico a que esta bacia é submetida implica no caráter intermitente de seus rios, com longos períodos de estiagem, com vazão zero sucedendo períodos de pouco escoamento. Observa-se nessa bacia a prevalência dos pequenos açudes quando confrontados em número (e densidade) com os açudes de maior porte.

A grande densidade (quantidade) de açudes representa um índice da utilização dos recursos hídricos superficiais, principalmente para o abastecimento da população rural, o abastecimento animal e a pequena irrigação. Entretanto, existe um limite a não ser ultrapassado, o qual não é claramente definido. Com base nestes resultados, pode-se concluir que a região apresenta densidade de drenagem bastante variada, tendo municípios onde ainda pode-se avançar na construção de açudes e outros em que novos açudes devem ser planejados com mais cautela, devido às suas densidades.

A pedologia apresenta vários tipos de solo, classificados segundo o tipo de escoamento superficial: solos rasos (afloramentos de rocha); solos de escoamento superficial elevado; solos de escoamento superficial médio; solo de escoamento superficial fraco com textura arenosa e aluviões. Os elementos descritivos do relevo como as curvas hipsométricas, que dá uma idéia geral do relevo e o mapa de declividades, que controlam

em boa parte a velocidade com que se dá o escoamento superficial, indicam o caráter suave ou ondulado nas bacias. O alto grau antrópico, cerca de 70% na bacia, é representado pelo uso do solo nas atividades agropecuárias, na considerável densidade de açudes de pequeno porte, urbanização e estradas, implica em forte influência no comportamento do escoamento superficial.

A vegetação contribui de forma acentuada na retenção das precipitações nas bacias hidrográficas. Considera-se que a cobertura vegetal nativa na bacia do Taperoá é de aproximadamente 30%, composta por caatinga arbórea e arbustiva, podendo ser aberta ou fechada. Dentro desse contexto, o antropismo, assume uma influência significativa na retenção da água precipitada (LACERDA, 2001).

Os pequenos açudes, por serem distribuídos principalmente nos riachos ou cursos d'água efêmeros, de ordem 1 e 2 na classificação de Strahler, interceptam significativamente os escoamentos superficiais oriundos das primeiras chuvas. A partir de certo volume precipitado em quantidade suficiente para extravasar os pequenos açudes, estes passam a contribuir quase simultaneamente para os cursos d'água mais a jusante, de ordens mais elevada. Neste momento, as contribuições passam a ser efetivas, para os armazenamentos em açudes de maior porte.

A ocorrência do significativo número de pequenos açudes, se por um lado favorece a distribuição geográfica e o acesso à água armazenada, mesmo que durante poucos meses após a estação chuvosa, por outro lado diminui sensivelmente o rendimento hídrico da bacia devido às maiores perdas por evaporação. O efeito dos pequenos armazenamentos se faz sentir no regime hidrológico também no processo de formação de cheias. Ao mesmo tempo em que a frequência de cheias de menor magnitude diminui, as grandes cheias passam a ter maiores valores de pico nos cursos d'água de ordem superior. Isto se deve à simultaneidade dos transbordamentos nos pequenos açudes, aliada à saturação dos solos da bacia nestas ocasiões (LACERDA, 2001).

Em geral, os conflitos que ocorrem na bacia são entre usuários de água para irrigação e usuários de água para abastecimento. O quadro é agravado pelo baixo volume dos mananciais que em anos de baixos índices pluviométricos não se recuperam para atenderem todas as demandas existem. Ainda se pode listar uma série de problemas ambientais de grande influência nos recursos hídricos que são potenciais geradores de conflitos pelo uso da água.

Outro problema que aflige algumas áreas é a salinização que acontece pelos déficits anuais de precipitações que favorecem a lixiviação, permitindo a concentração de sais no solo e nas águas superficiais, cuja taxa é função da alta evaporação e do sódio presente nos solos.

Os recursos naturais de regiões áridas e semi-áridas são propensos à degradação devido as suas características. A ação antrópica acelera a degradação ambiental pela retirada e destruição da vegetação, através de queimadas. A desertificação é a degradação progressiva dos ecossistemas naturais de uma área, resultante de fatores naturais ou da ação do homem, e geralmente de ambos conjugadamente, podendo conduzir à formação de áreas desérticas. Evidencia-se este processo na Bacia principalmente nos municípios de Juazeirinho, São João do Cariri, Serra Branca e com menos intensidade em outros.

No território da Bacia do Taperoá como um todo, tanto no meio rural como no meio urbano, observa-se a degradação de grandes extensões das matas ciliares dos cursos e mananciais d'água, cuja preservação tem como função servir de barreira ao aporte de sedimentos e poluentes.

Existe nessa bacia apenas uma área de preservação permanente e as reservas particulares do patrimônio natural, que ficam localizadas em São José dos Cordeiros: Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Fazenda das Almas (Portaria nº 1.343 de 01/08/90), propriedade particular, ecossistema caatinga, e abrange uma área de 750,50 ha (SUDEMA, 2004).

É importante ressaltar, ainda, que o estado de conservação dos recursos naturais de algumas unidades de preservação, encontra-se bastante comprometido pela ação antrópica, merecendo uma política de recuperação urgente. Um dos principais entraves a administração, proteção e manejo das unidades de conservação consistem no fato de boa parte destas não contar com situação fundiária regularizada. Outro problema a destacar é a falta de infra-estrutura e de pessoal capacitado, principalmente guardas florestais, de modo a inibir ações predatórias e conscientizar a população sobre a importância de preservar o meio ambiente (CERH, 2004).

3.3. Dados necessários ao cálculo dos índices

Para o cálculo dos índices foram necessárias as buscas por vários dados disponíveis da Bacia do Taperoá em várias fontes: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), CAGEPA (Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba), AAGISA (Agência de Águas, Irrigação e Saneamento do Estado da Paraíba), SEMARH (Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente e Recursos Hídricos) e outros. A dificuldade de obtenção destes provocou uma redução imediata no número dos indicadores e conseqüentemente dos índices desejáveis. A pesquisa focou-se, portanto, em torno dos dados disponíveis sobre a bacia do Taperoá interligados com o tema sustentabilidade hídrica da bacia.

A seguir estão apresentadas as diversas variáveis que serão utilizadas no cálculo dos índices selecionados.

3.3.1 Demandas, Potencialidades e Disponibilidades

- **Demandas**

Para o estabelecimento das demandas relativas ao consumo humano, a população foi agrupada em urbana, concentrada nas cidades, e rural, distribuída no espaço territorial rural. A projeção do crescimento populacional teve como base os dados obtidos no IBGE (2002).

O efetivo de rebanho na bacia é outro ponto que merece destaque, visto que deve-se considerar também o consumo com a dessedentação animal. Portanto, a quantificação das demandas para abastecimento animal é freqüentemente feita a partir da equação geral estabelecida pelo PLIRHINE (PARAÍBA, SEPLAN apud SANTOS et al. 2004):

$$DPEC = CD \times BEDA$$

Onde:

DPEC = Demanda para abastecimento pecuário

CD = Coeficiente de demanda ou “demanda per capita animal”, admitido no PLIRHINE, o valor adotado é de 50l/BEDA/dia

BEDA = Bovinos equivalentes para demanda de água

A unidade hipotética BEDA, conforme definição no PLIRHINE, agrega a projeção dos bovinos (BOV), eqüídeos = eqüinos+assininos+muares (EQUI), ovinos (OV), caprinos (CAP) e suínos (SUI), fazendo com que cada espécie animal consumidora de água seja ponderada em relação ao bovino. Esta unidade corresponde à seguinte expressão:

$$\text{BEDA} = \text{BOV} + 0,2 (\text{OV} + \text{CAP}) + \text{EQUI} + 0,25 \text{ SUI}$$

As demandas por irrigação e por indústrias não foram utilizadas nesse trabalho pela ausência destes dados para os municípios da Bacia do Taperoá.

Todos os valores das Demandas Rural, Urbana e Pecuária dos municípios na Bacia do Taperoá encontram-se no Anexo A.

- **Potencialidades**

A potencialidade hídrica de uma bacia hidrográfica representa a quantificação dos recursos sem a intervenção humana no escoamento fluvial, em seu estado natural, referente a soma dos escoamentos de base e superficial, ou o escoamento fluvial. O valor representativo deste escoamento considera-se como a média aritmética da série de vazões naturais no exutório da bacia ou das sub-bacias, obtida a partir de um intervalo relativamente longo de dados fluviométricos ou através de uma série pseudo-histórica, no caso de vazões simulada. Assim, pode-se adotar tal valor como a própria potencialidade hídrica de uma bacia hidrográfica (VIEIRA, 2002).

Para o desenvolvimento dos estudos de potencialidades superficiais, é necessário entre outras informações, o conhecimento das vazões afluentes ou naturais dentro de um período que seja representativo do regime fluvial da bacia. De um modo geral, no Norte-Nordeste Brasileiro, essas informações, quando disponíveis, referem-se apenas a pequenos períodos de tempo e em algumas poucas bacias, o que não ocorre com os dados pluviométricos que podem ser encontrados em séries históricas longas. Desta forma, quando se deseja conhecer mais sobre os deflúvios, utilizam-se modelos que correlacionam

as vazões aos dados de chuvas disponíveis, ou metodologias desenvolvidas para a região em que se está trabalhando (VIEIRA, 2003).

Para a bacia e para cada sub-bacia da bacia do Taperoá adotadas neste trabalho (Taperoá, Mucutu, Lagoa do Meio, Soledade, Boa Vista, Farias, Livramento, São José dos Cordeiros, São João do Cariri) obtiveram-se os dados de vazões afluentes ou afluxos das sub-bacias contribuintes aos reservatórios aos pontos de controle ou exutórios. Paiva et al, (2000) geraram as vazões naturais nos principais açudes da bacia do Rio Taperoá, sub-bacia do Rio Paraíba, utilizando o modelo AÇUMOD. Os açudes considerados no estudo foram: Geremias, Taperoá II, Lagoa do Meio, Barra, Mucutu, São José dos Cordeiros, Livramento, Salitre, Serra Branca I, Serra Branca II, Boa Vista, Namorados, Santa Tereza, Olivedos, Gurjão e João Medeiros. O período de simulação mensal foi de 1962 a 1991. Com exceção da vazão natural para o Açude Coremas Mãe D'água, na Bacia do Rio Piranhas, onde esta foi estimada, a partir do conhecimento da acumulação do seu volume que gera em torno de 1,3 bilhões de m³ e da comparação com os valores de potencialidade da bacia de contribuição do maior açude da Bacia do Rio Taperoá, Mucutu.

A potencialidade superficial na bacia do Taperoá estimada é bastante representativa das vazões naturais que ocorreriam se não houvesse ativação do potencial na bacia hidrográfica; e ainda das vazões naturais que possam ser geradas pela atual paisagem, isto é, incorporando um grande número de micro e pequenos açudes disseminados à superfície.

O potencial de água subterrânea é dado pela vazão de base dos rios que compõem uma bacia hidrográfica ou pela quantificação dessa vazão na foz do rio principal (PERH, 2004). Esta vazão não foi calculada neste trabalho, em virtude da falta de dados.

- **Disponibilidades**

A disponibilidade hídrica corresponde à vazão garantida em 90% do tempo (vazão cuja probabilidade de superação é de 90%), extraída da curva de permanência das vazões geradas ou medidas nos postos fluviométricos representativos. De um modo geral, constitui a parcela da potencialidade hídrica ativada pela ação do homem para o seu aproveitamento e uma utilização de água com uma dada garantia de fornecimento, representando uma frequência relativa com que um fornecimento hídrico é completamente assegurado (RÊGO e ALBUQUERQUE, 1997 e 1999).

Os valores das disponibilidades hídricas dos acudes da bacia do Taperoá foram obtidas do Plano Estadual e Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado da Paraíba (PERH, 2004). Exceto a disponibilidade ou vazão regularizável do Açude Coremas Mãe D'Água, que foi retirada dos estudos realizados para a Bacia do Rio Piranhas, a qual este açude ou represa faz parte (CIBHPA,2004).

As disponibilidades de água subterrânea são calculadas pela diferença entre seu potencial e as demandas naturais de sistemas ecológicos, incluindo as perdas por evaporação (PERH, 2004). Devido à falta de dados suficientes para o seu cálculo, não foi possível verificar a sustentabilidade hídrica deste tipo de disponibilidade, assim como da potencialidade subterrânea, para a Bacia do Taperoá.

De um modo geral, a avaliação das disponibilidades hídricas servirá para uma análise da alocação de recursos hídricos disponíveis, já que existem muitos conflitos devido à escassez de água.

Neste trabalho não se utilizou a disponibilidade hídrica máxima, que corresponde em volume ou em vazão, a maior fração do potencial que pode ser disponibilizado para uso, pois é de difícil estimativa.

Os valores de Disponibilidades e Potencialidades dos principais mananciais da Bacia do Rio Taperoá estão disponíveis no Anexo B. Neste anexo, estão contidas as disponibilidades à: 80%, 85%, 90% e 95% de garantia. A disponibilidade à 90% foi a utilizada neste trabalho.

3.3.2 Outorga, Cobrança e Comitê de bacia

- **Outorga**

A Outorga de direito de uso dos recursos hídricos é um mecanismo pelo qual o usuário recebe uma autorização, ou uma concessão, para fazer uso da água para fins econômicos. Todavia, o processo de outorga necessita considerar as diferentes alternativas de gestão integrada ou de obtenção de água na bacia hidrográfica em questão, as condições de uso e conservação julgadas mais adequadas, além dos níveis de produtividade que deverão ser alcançadas, a critério do comitê (REBOUÇAS, 2004).

De um modo geral, o objetivo da outorga de direitos de uso de recursos hídricos é assegurar e garantir o controle quantitativo e qualitativo dos usos das águas e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. Porém, a outorga não transfere o direito de propriedade da água da União/Estado para o interessado, mas apenas o direito de seu uso. Isto por quê as águas são públicas e inalienáveis no Brasil (RIBEIRO e LANNA, 2001).

O principal uso da água na Bacia do Rio Taperoá é o abastecimento humano correspondendo a 96% das outorgas. O reduzido número de outorgas nos outros usos indica o uso prioritário pela constante escassez da água na região.

Na bacia do Rio Taperoá foram emitidas algumas outorgas de uso da água através da AAGISA, órgão da SEMARH. Porém, os dados fornecidos de outorga para a bacia hidrográfica, quando confrontados com as disponibilidades dos respectivos açudes, em alguns casos, se apresentaram inconsistentes, ou seja, a vazão outorgada se apresentou muito maior do que a vazão outorgável. Esse tipo de situação serve como uma advertência para quando se for calcular a outorga. Um ponto principal que se deve levar em consideração é a disponibilidade e potencialidade do açude em que está sendo outorgada a água.

Em 09/12/2004 foi emitido o Decreto Estadual nº 25.563, que estabelece uma taxa para cobrir os custos operacionais para análise dos processos de outorga. Taxa semelhante àquela do licenciamento ambiental.

Nos Anexos B e C estão contidos os dados de emissão de outorgas (e seus respectivos outorgantes) por sub-bacia e municípios da Bacia do Taperoá.

- **Cobrança**

A concepção da Cobrança está ligada ao Princípio Poluidor-Pagador (PPP) e ao Princípio Usuário-Pagador (PUP), ou seja, quem usa a água paga e quem polui também paga. O usuário é compelido a internalizar os custos (externos) que impõe a terceiros ao usar o recurso natural (RIBEIRO e LANNA, 2001).

A Cobrança pelo uso da água é em alguns casos essencial para criar condições de equilíbrio entre as forças da oferta (disponibilidade de água) e da demanda, promovendo, em consequência, o abastecimento das necessidades vitais do indivíduo, a harmonia entre

os usuários competidores e a melhoria da qualidade dos efluentes e esgotos domésticos lançados. (REBOUÇAS, 2004).

Apesar de algumas outorgas já terem sido emitidas na Bacia do Taperoá, a cobrança pelo uso da água ainda não foi implantada.

Entre os estudos de cobrança existentes para a bacia está: o Estudo para Cobrança de Água no Estado da Paraíba (LANNA, 2001), através do SACUA-PB – Sistema de Apoio à Cobrança pelo Uso de Água na Paraíba. O SACUA-PB permite uma avaliação dos efeitos da cobrança sob diferentes óticas (arrecadações, impactos econômicos e sustentabilidade financeira), e demonstra a vulnerabilidade dos diferentes grupos de usuários à cobrança.

Junior e Diniz (2003) apresentaram os objetivos da cobrança na Paraíba, tipo de usos sujeitos à cobrança, formas de cobrança e simulações com vários valores a serem cobrados pela água bruta para cada tipo de usuário nas bacias hidrográficas paraibanas.

- **Comitê**

O Comitê de Bacias Hidrográficas é importante para a política de gestão participativa, na medida em que, as ações a serem tomadas na bacia hidrográfica serão amplamente discutidas com os diversos setores da comunidade, através de suas representações nos Comitês de bacias.

A bacia do Taperoá é uma sub-bacia da Bacia do Rio Paraíba, cujo comitê foi criado em 2004 e encontra-se em fase de instalação.

A criação do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba (que abrange a Bacia do Rio Taperoá), o que se aplica a qualquer outra bacia no Brasil, é justificada pela Lei nº 9.433/97 da Política Nacional de Recursos Hídricos que institui no seu artigo 1º, inciso VI:

“A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades”.

Sendo assim, a criação do Comitê da Bacia do rio Paraíba, além de oportuna em função dos conflitos de água vivenciados pela região, é uma exigência legal.

O processo de discussão junto à sociedade sobre a gestão participativa e descentralizada dos recursos hídricos da Paraíba, visando à estruturação da sociedade para

formação dos Comitês das Bacias Hidrográficas, consiste em um importante instrumento dentro do processo de gestão, na medida em que, a população residente em uma determinada bacia hidrográfica será ao mesmo tempo, agente de decisão e de fiscalização dos múltiplos usos dos recursos hídricos das bacias, nas diversas microrregiões do Estado (CERH, 2004).

Na Bacia do Paraíba, assim como, em outras bacias é fundamental a identificação dos principais atores governamentais e não-governamentais nos comitês (membros), que desenvolvam ações relacionadas à gestão de recursos hídricos e da identificação de pessoas físicas, jurídicas e entidades representativas, com notório conhecimento e atuação ou participação no âmbito da área de atuação do Comitê.

Nos Anexos D e E são apresentados, respectivamente, informações sobre as Articulação das Potenciais Entidades do Comitê por Sub-Bacia e Municípios da Bacia do Paraíba, envolvendo atores governamentais e não – governamentais. Tais entidades e atores referem-se à sub-bacia do rio Taperoá, integrante.

3.3.3 Domicílios atendidos por poços, por sistema de abastecimento de água, ligações de esgoto, tratamento de esgoto, tratamento de resíduos sólidos e dados de perdas de água na rede

- **Domicílios Atendidos por Poços**

O abastecimento urbano e rural das populações tem sido prejudicado ao longo do tempo. Prova disso, é o freqüente colapso dos sistemas de abastecimento de pequenas e médias cidades e de comunidades rurais.

A perfuração de poços tem se revelado uma solução imediatista, que não atenta para as características da demanda populacional projetada. Esta é uma intervenção que resolve hoje e tornar-se-á obsoleta amanhã. Além disso, é uma solução temerária, na medida em que, uma exploração sistemática pode exaurir os reservatórios subterrâneos, principalmente os de natureza de solo Cristalino, pelas dificuldades de acumulação. Poço construído neste tipo de solo, típico das regiões semi-áridas, não oferecem segurança. Devido a isto, a maior parte dos poços perfurados acabou sendo abandonada, portanto, esta

tática não deve ser encarada como solução para os problemas de abastecimento do semi-árido.

Na bacia do Taperoá, a quantidade de poços existentes por municípios é significativa, portanto o que se pode analisar é a eficiência das características construtivas dos poços.

- **Domicílios Atendidos por Sistema de Abastecimento de Água**

Transportar a água de onde se encontra disponível para o lugar em que seu uso seja necessário, e removê-la após a utilização, com seu retorno ao meio ambiente, exige um sistema de infra-estrutura, tanto para o abastecimento quanto para o esgotamento. Em todo esse trajeto a água perde algumas de suas características e juntamente com o aumento desordenado da urbanização, provoca uma diminuição na sua disponibilidade para o abastecimento, comprometendo bastante os recursos hídricos e prejudicando os sistemas públicos já implantados (MIRANDA e TEIXEIRA, 2004).

Na grande maioria dos municípios da Bacia do Rio Taperoá, os sistemas de abastecimento d'água têm como principal órgão operador a CAGEPA.

- **Ligação e Tratamento de Esgoto**

Na Bacia do Taperoá, os sistemas de esgotamento sanitário, existentes atendem apenas poucos municípios, beneficiando um número reduzido de habitantes.

Sem o serviço público de coleta e tratamento, a maioria da população utiliza outras formas de disposição do esgoto como fossas sépticas e fossas rudimentares, ou simplesmente efetuam seu despejo a céu aberto. Estas formas de escoamento dos efluentes sanitários são consideradas indesejáveis em termos sanitários e ambientais, uma vez que polui os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, expondo a população aos riscos de doenças, principalmente as de veiculação hídrica.

Os tipos de tratamento de efluentes utilizados para cada município na bacia analisada, em sua maioria estão desativados, caracterizando uma situação crítica quanto à qualidade da água.

Nessa bacia, existe uma carência de dados sistemáticos de vazão nos rios estaduais, o que dificulta a elaboração de um projeto ou mapa representativo da qualidade das águas superficiais que incluem os níveis de eutrofização e a carga orgânica, e o conhecimento da capacidade de autodepuração. As águas nessa região são consideradas boas, embora com algumas restrições pela sanidade mais elevada (PERH, 2004).

- **Tratamento de Resíduos Sólidos**

O comprometimento da qualidade ambiental da Bacia do Taperoá pela deposição inadequada de resíduos sólidos decorre do fato dos sistemas de acondicionamento, coleta e deposição final do lixo urbano posto em prática, na quase totalidade dos municípios, não atenderem as recomendações técnicas necessárias.

Com efeito, não há coleta diferenciada, não há drenagem de gases nem das águas pluviais. Não há tratamento do chorume nem cobertura do material depositado para evitar a contaminação dos solos, dos recursos hídricos e do ar.

Na realidade os denominados "aterros sanitários" são "lixões" localizados em terrenos baldios situados, muitas vezes, próximos a cursos d'água ou às margens de estradas, gerando poluição dos mananciais. Encontra-se nesta situação, a maioria dos municípios integrantes da Bacia do Rio Taperoá.

- **Perdas de Água na Rede**

De acordo com Netto apud Gomes (2002), perda de água na rede é a diferença entre o volume de água produzido nas Estações de Tratamento de Água (ETA) e o total dos volumes medidos nos hidrômetros, ou seja, o índice de perda é a porcentagem do volume produzido que não é faturado pela concessionária do serviço, que no caso da Paraíba, é a CAGEPA.

As perdas no sistema de abastecimento são de dois tipos: as perdas físicas, que ocorrem em todo o sistema de distribuição, desde a ETA até as ligações domiciliares, e as perdas não físicas. As perdas físicas representam a água utilizada na operação para lavagem de filtros e reservatórios e na manutenção durante a reparação de avarias. As

perdas não físicas correspondem ao volume de água que é consumido e que não é medida, utilizada nos chafarizes, na irrigação de praças, jardins públicos, em órgãos públicos que não possuem medidores e também a água desviada para as ligações clandestinas (GOMES, 2002).

Na quantificação do volume ou vazão necessária para o sistema de abastecimento deve ser levado em conta o percentual das perdas físicas e das perdas não físicas. No Brasil, atualmente, as perdas totais médias registradas nas companhias de abastecimento são da ordem de 40% (Revista BIO, 2001).

No Anexo G, encontram-se informações sobre os Volumes Faturados de Água e Perdas, desde o volume produzido e micromedido até as faturas com e sem hidrômetros para cada município da Bacia do Taperoá.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DE RESULTADOS

O resultado dessa pesquisa apresenta através de vários indicadores (e seus respectivos índices) uma visão geral da realidade da sustentabilidade hídrica da Bacia e Sub-Bacias do Rio Taperoá, que servirá como apoio à gestão de recursos hídricos, na qual os cursos d'água devem ser avaliados sob uma perspectiva sistêmica e integrados ao seu meio. Sempre se deve levar em consideração este tipo de análise, visto que, os problemas sempre estão na qualidade e na quantidade de águas disponíveis.

Na gestão racional, considera-se necessário o conhecimento da demanda, potencialidade, disponibilidade, desempenho do sistema de gerenciamento de recursos hídricos, o uso e eficiência da água e vários outros fatores, para que possa ser planejada e estabelecida uma exata relação da água para com os usos múltiplos.

Após a escolha dos indicadores de sustentabilidade hídrica, realizada após uma análise da caracterização geral da região e dos dados disponíveis para a Bacia do Taperoá, calculam-se todos os índices selecionados de forma detalhada, ou seja, por municípios e principais açudes existentes na bacia.

Com o cálculo de todos os índices é estabelecida a escala parcial de acordo com a análise realizada em cada índice que compõem cada indicador. A escala parcial representa a realidade do índice através do método linear. Porém, em alguns casos, os resultados dos índices são bastante confusos e complexos para estabelecer a escala. Por isso, com o objetivo de uniformizar os valores de alguns índices, melhorarem a compreensão dos resultados e facilitar a comparação

entre eles, realizou-se um processo de linearização. Dois tipos de linearizações foram considerados:

- A linearização, chamada neste estudo de Linear 1, corresponde àquela realizada para os valores dos índices, tendo como referência a Bacia do rio Taperoá:

Linear 1:

(maior índice possível – cada índice calculado)
(maior índice possível – menor índice possível)
Bacia do rio Taperoá

- A linearização, chamada neste estudo de Linear 2, corresponde àquela realizada para os valores dos índices, tendo como referência a Bacia do rio Taperoá e a Bacia do rio Piranhas, onde esta última possui o maior açude do semi-árido paraibano, Açude Coremas Mãe D'água:

Linear 2:

(maior índice possível – cada índice calculado)
(maior índice possível – menor índice possível)
Bacia do rio Taperoá
+
Bacia do rio Piranhas

Estes dois processos de linearizações adotados possibilitaram realizar um estudo interno da bacia, ou seja, entre suas sub-bacias e um externo, onde a comparação se dá no âmbito da região semi-árida da Paraíba (o que inclui o maior açude do semi-árido paraibano). Tem-se, portanto, uma visão ampla do comportamento da bacia do rio Taperoá em duas vertentes diferentes.

Após a linearização, os valores dos índices variaram em uma faixa entre 0 e 1, o que facilitou a construção de escala parcial (muito alto, alto, médio, baixo e muito baixo), a qual

representa a realidade dos índices, através das linearizações. Os outros índices, também foram classificados desta forma.

Para índices subjetivos a escala parcial foi construída através da contextualização da realidade de cada índice na bacia. Posteriormente, ao se agrupar os índices formando os indicadores foi estabelecida a escala global para estes.

Na Tabela 4.1, encontra-se as escalas parciais e globais adotadas para todos os índices e indicadores selecionados para a realização deste estudo. Os graus destas escalas transformam linguagem numérica em subjetiva ou lingüística para maior interpretação dos resultados sempre analisando do ponto de vista do desenvolvimento sustentável.

Tabela 4.1 - Escalas Parciais e Globais dos Índices e Indicadores selecionados para a Bacia do rio Taperoá

ESCALAS PARCIAIS DOS INDICES

IADA, IADF, IADC		IAP, IUP, IUD		ICBH		IDAP, IDASA, ILE, ITE, ITRS (%)		IPAR(%)	
Linear 1 e 2 = Linear		Linear >= 0,8		Muito Alto	Comitê com boa atuação e alto índice de solução de problemas na bacia	Muito Alto IDAP, IDASA, ILE, ITE, ITRS >= 80		Muito Alto IPAR < 20	
Muito Alto	Linear < 0,2	Muito Alto	Linear >= 0,8	Alto	Comitê atuando há alguns anos e médio índice de solução de problemas na bacia	Alto	60 <= IDAP, IDASA, ILE, ITE, ITRS < 80	Alto	20 <= IPAR < 40
Alto	0,2 <= Linear < 0,4	Alto	0,6 <= Linear < 0,8	Médio	Comitê instalado recentemente e baixo índice de solução de problemas na bacia	Médio	40 <= IDAP, IDASA, ILE, ITE, ITRS < 60	Médio	40 <= IPAR < 60
Médio	0,4 <= Linear < 0,6	Médio	0,4 <= Linear < 0,6	Baixo	Comitê proposto em lei, em processo de instalação	Baixo	20 <= IDAP, IDASA, ILE, ITE, ITRS < 40	Baixo	60 <= IPAR < 80
Baixo	0,6 <= Linear < 0,8	Baixo	0,2 <= Linear < 0,4	Muito Baixo	Nenhuma ação no sentido de criação de comitê na bacia	Muito Baixo	IDAP, IDASA, ILE, ITE, ITRS < 20	Muito Baixo	IPAR >= 80
Muito Baixo	Linear >= 0,8	Muito Baixo	Linear < 0,2						
IO									
				Muito Alto	Outorga implementada, boa fiscalização e alta redução nos usos da água				
				Alto	Outorga implementada há alguns anos e médio índice de redução nos usos da água				
				Médio	Outorga implementada recentemente e baixo índice de redução nos usos da água				
				Baixo	Outorga proposta em lei, em processo de implementação				
				Muito Baixo	Nenhuma ação no sentido de implementação da outorga na bacia				
IC									
				Muito Alto	Cobrança implementada, boa arrecadação e alto grau de desenvolvimento da bacia				
				Alto	Cobrança implementada há alguns anos, significativa arrecadação e bom grau de desenvolvimento da bacia				
				Médio	Cobrança implementada recentemente, déficit de arrecadação				
				Baixo	Cobrança proposta em lei, em processo de implementação				
				Muito Baixo	Nenhuma ação no sentido de implementação da cobrança na bacia				

ESCALAS GLOBAIS DOS INDICADORES

SOMATÓRIO DOS INDICES (Σ) = IPDD		USO DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS = IGRH		MÉDIA DOS INDICES (M) = IEUA(%)	
Muito Alta	Σ < 1,5	Muito Alta	Comitê, Outorga e Cobrança em pleno funcionamento na bacia, gerando alta redução da demanda	Muito Alta	M >= 80
Alta	1,5 <= Σ < 2,0	Alta	Comitê, Outorga e Cobrança atuando há alguns anos, gerando pouca redução da demanda	Alta	60 <= M < 80
Média	2,0 <= Σ < 2,5	Média	Comitê, Outorga e Cobrança, um ou mais dos três implementados recentemente, porém com problemas no funcionamento	Média	40 <= M < 60
Baixa	2,5 <= Σ < 3,0	Baixa	Comitê, Outorga e Cobrança propostos em lei, em processo de instalação	Baixa	20 <= M < 40
Muito Baixa	Σ >= 3,0	Muito Baixa	Nenhuma ação no sentido de aplicação dos instrumentos: comitê, outorga e cobrança, na bacia	Muito Baixa	M < 20

IPDD = Indicador de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda	
IADA = Índice de Abastecimento da Demanda Atual	
IADF = Índice de Abastecimento da Demanda Futura	
IADC = Índice de Abastecimento da Demanda Controlada	
IAP = Índice de Ativação das Potencialidades	
IUP = Índice de Utilização das Potencialidades	
IUD = Índice de Utilização das Disponibilidades	
IGRH = Indicador de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos	
ICBH = Índice de Comitês de Bacia Hidrográfica	
IO = Índice de Outorga	
IC = Índice de Cobrança	
IEUA = Indicador de Eficiência de Uso da Água	
IBAP = Índice de Domicílios Atendidos por Poço	
IDASA = Índice de Domicílios Atendidos por Sistema de Abastecimento de Águas	
ILE = Índice de Linhas de Esgoto	
ITE = Índice de Tratamento de Esgoto	
ITRS = Índice de Tratamento de Resíduos Sólidos	
IPAR = Índice de Perdas de Água na Rede	

Nota 1: A inversão nos graus da escala parcial dos três índices (IAP, IUP e IUD), ocorreu devido ao análise dos dados de coleta.

Nota 2: A inversão nos graus da escala parcial do IPAR, ocorreu devido ao análise dos dados de coleta.

4.1. Índices que compõem o IPDD (Indicador de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda)

4.1.1. Índice de Abastecimento (Atendimento) da Demanda Atual (IADA)

O IADA, concebido por esta pesquisa, estabelece um estudo dos principais reservatórios existentes na bacia do rio Taperoá, por município. As variáveis utilizadas são: a disponibilidade (90%), que corresponde à disponibilidade de cada açude, e a demanda atual, que trata da demanda real atendida pelos açudes. Portanto, caracteriza de um modo geral, se a bacia possui na atualidade um abastecimento adequado ou não:

$$IADA = \frac{\text{Disponibilidade 90\%}}{\text{Demanda Atual}}$$

Como os dados são bastante díspares em toda a bacia do Taperoá, para viabilizar um melhor entendimento dos resultados gerados pelos índices, fizeram-se as linearizações (Linear 1 e 2), uniformizando-os, deixando-os em uma escala variando de 0 e 1. Neste índice, quanto mais próximo de 0, a situação da bacia é considerada desejável, porém, mais perto de 1 considera-se que a bacia está em uma situação crítica, não desejável.

Considera-se uma situação desejável, em termos do IADA, quando se tem uma disponibilidade bem maior do que a demanda. Na escala parcial criada para este índice, com base nos dados das linearizações, esta situação ocorre nos açudes, nos quais os índices foram considerado muito alto ou alto, ou seja, próximos de 0, indicando um ótimo atendimento à demanda. Uma situação intermediária, ou seja, confortável, corresponde a uma demanda média em relação à disponibilidade do açude. Quando a demanda apresenta valores próximos ou maiores que a disponibilidade de cada açude, gera-se um IADA próximo de 1. Na escala parcial, o índice, portanto, representa uma situação não desejável, pois corresponde a uma realidade crítica de atendimento à demanda atual. Esta situação é válida para todos os índices que envolverem qualquer tipo de demanda comparada com a disponibilidade do açude.

O açude Mucutu obteve um IADA igual a 10,442, pois este possui a maior disponibilidade (372.14 l/s) entre os açudes da Bacia do Taperoá. O açude abastece os municípios Assunção, Junco do Seridó, Santo André e Juazeirinho, perfazendo um demanda atual total de 35,64 l/s. Porém, quando comparado com a disponibilidade do maior açude do semi-árido paraibano (4500l/s), a disponibilidade do açude Mucutu é muito pequena. As linearizações geradas para este açude se aproximaram de 0, resultando em um índice com um grau muito alto, na escala parcial.

O açude Barra gerou um índice de 0,004, pois possui uma disponibilidade de 0,10 l/s, bem menor do que a demanda atual de 22,62 l/s, correspondente ao abastecimento dos municípios de Tenório e Juazeirinho. As linearizações geradas para este açude igualaram a 1, resultando em um índice com um grau muito baixo, na escala parcial. Assim como este açude, outros também possui uma demanda maior que a disponibilidade: Geremias, Lagoa do Meio, Boa Vista, Namorados, João Medeiros, São José dos Cordeiros, Livramento e Gurjão.

Para a maioria dos açudes da bacia do Taperoá (75%), o IADA apresentou índice muito baixo, tanto analisando dentro da própria bacia, quanto se comparado com o Coremas Mãe D'água. Isto ocorreu porque os valores dos índices, em sua maioria foram muito baixos e, quanto menor o índice mais este se distancia do maior índice do açude da região estudada, o qual possui uma situação bem mais favorável que os demais açudes.

Nos açudes em que ocorre incompatibilidade entre a demanda atual e disponibilidade, a população procura outras fontes de água, como outros pequenos açudes (barramentos) ao redor do principal e os carros pipas. Estas outras alternativas de obtenção de água amenizam um pouco a crise de falta d'água.

A Tabela 4.2 contém o resultado do IADA - Índice de Abastecimento da Demanda Atual, por açude e respectivo município abastecido, para a Bacia do Taperoá.

Tabela 4.2 - IADA - Índice de Abastecimento da Demanda Atual

Demanda Atual (l/s)	Disponibilidade 90% (l/s)	IADA	Linear 1	ESCALA PARCIAL	Linear 2	ESCALA PARCIAL	Açude	Município abastecido pelo açude
35,64	372,14	10,442	0,000	Muito Alto	0,420	Muito	Micuto	Assunção, Jato de Serrão, Santo André, Juaçarinho
22,12	162,69	7,353	0,296	Alto	0,592	Médio	Solidade	Solidade
22,80	120,54	5,287	0,494	Médio	0,706	Baixo	Taperoá II	Taperoá
5,58	13,93	2,496	0,761	Baixo	0,862	Muito Baixo	Oliveiras	Oliveiras
22,12	40,23	1,819	0,826	Muito Baixo	0,899	Muito Baixo	Santa Teresinha	Sociedade
12,37	20,01	1,618	0,845	Muito Baixo	0,910	Muito Baixo	Salitre	Luzoano
13,15	18,01	1,370	0,869	Muito Baixo	0,924	Muito Baixo	Serra Branca I & II	Serra Branca
19,70	18,52	0,940	0,910	Muito Baixo	0,948	Muito Baixo	Geremias	Chimbas e Deserto
41,91	36,21	0,864	0,918	Muito Baixo	0,952	Muito Baixo	Lagoa do Meio	Juaçarinhos e Taperoá
17,97	11,17	0,622	0,941	Muito Baixo	0,966	Muito Baixo	Bua Vista	Dua Vista e Freixos
6,44	4,00	0,621	0,941	Muito Baixo	0,966	Muito Baixo	Namarulha	São João do Lari
8,24	3,35	0,407	0,961	Muito Baixo	0,978	Muito Baixo	João Medeiros	Curjó
10,18	3,16	0,310	0,971	Muito Baixo	0,983	Muito Baixo	São José dos Carabéus	São José dos Carabéus
12,37	2,34	0,205	0,981	Muito Baixo	0,989	Muito Baixo	Livramento	Livramento
8,24	1,61	0,195	0,982	Muito Baixo	0,989	Muito Baixo	Curjó	Curjó
22,62	0,10	0,004	1,000	Muito Baixo	1,000	Muito Baixo	Barra	Fonseca e Juaçarinhos

Nota 1: A demanda atual de água por açude e o somatório das demandas dos municípios abastecido por tal açude.

Nota 2: IADA = (Disponibilidade 90% / Demanda Atual)

Nota 3: Linear 1 é calculado (maior índice possível - cada índice calculado) / (menor índice possível) - menor índice possível.

Nota 4: Linear 2 é calculado (maior índice possível - cada índice calculado) / (maior índice possível) - maior índice possível.

Comparação com o Semi-Árido Pernambano.

Cálculo do Linear 1		Cálculo do Linear 2	
Bacia do Rio Taperoá		Bacia do Rio Taperoá e Bacia do Rio Piranhas = Semi-Árido Pernambuco	
Maior índice possível:	Maior índice possível:	Maior índice possível:	Maior índice possível:
35,64	250	35,64	250
Disponibilidade (l/s):	Disponibilidade (l/s):	Disponibilidade (l/s):	Disponibilidade (l/s):
372,14	4500	372,14	4500
IADA Máximo:	IADA Máximo:	IADA Máximo:	IADA Máximo:
10,442	18,000	10,442	18,000
Menor índice possível:	Menor índice possível:	Menor índice possível:	Menor índice possível:
Açude Barra	Açude Barra	Açude Barra	Açude Barra
22,62	22,62	22,62	22,62
Demanda Atual (l/s):	Demanda Atual (l/s):	Demanda Atual (l/s):	Demanda Atual (l/s):
0,10	0,10	0,10	0,10
Disponibilidade (l/s):	Disponibilidade (l/s):	Disponibilidade (l/s):	Disponibilidade (l/s):
0,004	0,004	0,004	0,004
IADA Mínimo:	IADA Mínimo:	IADA Mínimo:	IADA Mínimo:

ESCALA PARCIAL
IADA

LINEAR 1 e 2	
Muito Alto	Linear < 0,2
Alto	0,2 <= Linear < 0,4
Médio	0,4 <= Linear < 0,6
Baixo	0,6 <= Linear < 0,8
Muito Baixo	Linear >= 0,8

4.1.2. Índice de Abastecimento (Atendimento) da Demanda Futura (IADF)

O IADF estabelece um estudo dos principais açudes existentes na bacia para um certo horizonte de projeto (2023). As variáveis envolvidas são: a disponibilidade a 90% e a demanda futura da bacia, que trata do atendimento futuro da população. Analisando-se, de um modo geral, se a bacia daqui a alguns anos terá um abastecimento adequado ou não:

$$\text{IADF} = \frac{\text{Disponibilidade 90\%}}{\text{Demanda Futura}}$$

Este índice é uma extensão do IADA, tendo, portanto, as mesmas considerações quanto à classificação dos índices.

Os resultados mostram que nos próximos anos, de acordo com a demanda projetada e mantendo a mesma disponibilidade (90%), a situação dos açudes da Bacia do Taperoá continuará não satisfatória.

A maioria dos açudes continuará mantendo seus graus baixos na escala parcial, apesar de que as demandas futuras em alguns açudes diminuirão e em outros aumentarão, já que o estudo desta é realizado através de projeções da população dos municípios. Possivelmente, os reservatórios chegarão a um estado de extrema incapacidade para o abastecimento humano e dessedentação animal.

A única exceção foi o açude Soledade que aumentou sua demanda futura (34,29 l/s) em mais de cinquenta por cento com relação à demanda atual (22,12 l/s) e quando se comparou com os valores do maior açude do semi-árido paraibano, acabou passando de média sustentabilidade na atualidade, para baixa sustentabilidade no futuro.

A Tabela 4.3 contém o resultado do IADF - Índice de Abastecimento (Atendimento) da Demanda Futura, por açude e respectivo município abastecido, para a Bacia do Taperoá.

Tabela 4.3 - IADF - Índice de Abastecimento (Atendimento) da Demanda Futura

Demanda Futura (l/s)	ESCALA PARCIAL		ESCALA PARCIAL	Ajuda	Município abastecido pelo ajuda
	IADF	Linear 2			
48,62	372,14	0,000	Muito Alto	Munira	Assunção, Jato de São José, São André, Jacuinhó
34,29	162,69	0,380	Alto	Solidade	Solidade
32,66	120,54	0,518	Médio	Tuperos II	Tuperos
7,19	13,93	0,747	Baixo	Clivedes	Clivedes
34,29	11,73	0,847	Muito Baixo	Santa Teresinha	Solidade
16,31	20,01	0,840	Muito Baixo	Salinas	Livramento
20,25	18,01	0,889	Muito Baixo	Serra Branca I & II	Serra Branca
23,27	18,52	0,733	Muito Baixo	Correias	Correias e Desoupo
60,96	36,21	0,594	Muito Baixo	Lagoa da Melão	Jacuzinho e Tuperos
22,77	11,17	0,491	Muito Baixo	Bom Vista	Bom Vista e Piquiza
7,42	4,00	0,539	Muito Baixo	Naravadas	São João do Guari
9,94	3,35	0,337	Muito Baixo	João Medeiros	Guari
12,07	3,16	0,262	Muito Baixo	São João das Cruzetas	São João das Cruzetas
16,31	2,34	0,156	Muito Baixo	Livramento	Livramento
9,94	1,61	0,162	Muito Baixo	Guari	Guari
32,42	0,10	0,003	Muito Baixo	Barra	Tombia e Jacuinhó

ESCALA PARCIAL

IADF	
------	--

LINEAR 1 e 2

Muito Alto	Linear < 0,2
Alto	0,2 <= Linear < 0,4
Médio	0,4 <= Linear < 0,6
Baixo	0,6 <= Linear < 0,8
Muito Baixo	Linear >= 0,8

Nota 1: A demanda aqui de água por estado e o somatório das demandas dos municípios atenuação por tal ajuda.
 Nota 2: IADF = (Disponibilidade 90% / Demanda Futura)
 Nota 3: Linear 1 e 2 calculado: (menor índice possível) - cada índice calculado / (maior índice possível) - menor índice possível
 Nota 4: Linear 2 é calculado: (menor índice possível) - cada índice calculado / (menor índice possível) - menor índice possível
 Comparação com o Senti: Ajuda Parahana.

Cálculo do Linear 1	
Bacia do Rio Tuperos	
Menor índice possível: Ajuda Municipal	
Demanda Futura (l/s):	48,62
Disponibilidade (l/s):	372,14
IADF Máximo:	7,654
Menor índice possível: Ajuda Barra	
Demanda Futura (l/s):	32,42
Disponibilidade (l/s):	0,10
IADF Mínimo:	0,003

Cálculo do Linear 2	
Bacia do Rio Tuperos e Bacia do Rio Piranhas = Semi-Árida Parahana	
Menor índice possível: Ajuda Curumim/Mão-de-Água	
Demanda Futura (l/s):	300
Disponibilidade (l/s):	4500
IADF Máximo:	15,000
Menor índice possível: Ajuda Barra	
Demanda Futura (l/s):	32,42
Disponibilidade (l/s):	0,10
IADF Mínimo:	0,003



4.1.3. Índice de Abastecimento (Atendimento) da Demanda Controlada (IADC)

O IADC considera que, futuramente, com a implantação da gestão de recursos hídricos poderá ocorrer uma diminuição (20%) na demanda:

$$\text{IADC} = \frac{\text{Disponibilidade } 90\%}{\text{Demanda Reduzida (20%)}}$$

Este índice também consiste em uma variação dos índices criados anteriormente (IADA e IADF). O índice foi concebido considerando a implementação da gestão, a fim de oferecer alternativas de melhoramento do atendimento da demanda, visto que tanto para a atualidade como para o futuro existe um comprometimento destas.

A implementação correta dos instrumentos da gestão de recursos hídricos, com uma fiscalização bastante eficiente e uma boa atuação dos comitês de bacias hidrográficas poderá ocasionar uma redução, por exemplo, de 20% na demanda atendida dos açudes. Conseqüentemente, essa redução na demanda envolve também uma diminuição considerável na cota per capita por município.

Mesmo considerando uma redução de 20% na demanda, os valores dos índices para a bacia do Taperoá não permitiram uma variação diferenciada na escala parcial e a bacia continua apresentando índices com graus muito baixos, situação não desejada. Isso possivelmente ocorreu porque o Açude Mucutu de disponibilidade alta, ao reduzir sua demanda, gerou índices mais altos ainda, e quando este foi comparado com os demais açudes da bacia, onde a variação não foi tão significativa, o IADC de acordo com a escala parcial, continuou com um índice baixo. O alto índice resultante do Açude Coremas Mãe D'água, devido às suas grandes disponibilidade e demanda, comparado com os demais açudes da Bacia do Taperoá, não permitiu uma melhor classificação dos açudes da bacia.

Portanto, o estudo comparativo das três possíveis demandas (atual, futura e reduzida) por municípios e das disponibilidades dos açudes que os abastecem, demonstrou que existe uma falha no atendimento destas.

A Tabela 4.4 contém o resultado do IADC - Índice de Abastecimento (Atendimento) da Demanda Controlada, por açude e respectivo município abastecido, para a Bacia do Taperoá.

Tabela 4.4 - IADC- Índice de Abastecimento da Demanda Controlada

Demanda Reduzida 20% (l/s)	Disponibilidade 90% (l/s)	IADC	Linear 1	ESCALA PARCIAL	Linear 2	ESCALA PARCIAL	Açude	Município abastecido pelo açude
21,91	372,14	16,985	0,000	Muito Alto	0,434	Médio	Mucutu	Asaunção, Junto da Seridó, Santo André, Juazeirinho
14,22	162,69	11,441	0,327	Alto	0,619	Baixo	Soleidade	Soleidade
13,52	120,54	8,916	0,475	Médio	0,703	Baixo	Taperoá II	Taperoá
3,98	13,93	3,500	0,794	Baixo	0,884	Muito Baixo	Oliveiros	Oliveiros
14,22	40,23	2,829	0,834	Muito Baixo	0,906	Muito Baixo	Santa Teresza	Soleidade
8,88	20,01	2,253	0,868	Muito Baixo	0,925	Muito Baixo	Salitre	Livramento
8,23	18,01	2,188	0,872	Muito Baixo	0,927	Muito Baixo	Serra Branca I & II	Serra Branca
13,73	18,52	1,349	0,921	Muito Baixo	0,955	Muito Baixo	Coremas	Coremas e Destorro
24,64	36,21	1,470	0,914	Muito Baixo	0,951	Muito Baixo	Lagoa do Meio	Juazeirinho e Taperoá
12,65	11,17	0,883	0,948	Muito Baixo	0,971	Muito Baixo	Bua Vista	Bon Vista e Pocinhos
4,11	4,00	0,973	0,943	Muito Baixo	0,968	Muito Baixo	Namurados	São João do Cariri
5,55	3,35	0,604	0,965	Muito Baixo	0,980	Muito Baixo	João Medeiros	Guariú
6,35	3,16	0,498	0,971	Muito Baixo	0,984	Muito Baixo	São José dos Cordeiros	São José dos Cordeiros
8,88	2,54	0,286	0,984	Muito Baixo	0,991	Muito Baixo	Livramento	Livramento
5,55	1,61	0,290	0,983	Muito Baixo	0,991	Muito Baixo	Guariú	Guariú
13,12	0,10	0,008	1,000	Muito Baixo	1,000	Muito Baixo	Barra	Teônio e Juazeirinho

Nota 1: A Demanda atual de água por açude é o somatório das demandas dos municípios abastecido por tal açude

Nota 2: IADC = (Disponibilidade 90% / Demanda Reduzida 20%)

Nota 3: Linear 1 é calculado: (maior índice possível - cada índice calculado) / (maior índice possível - menor índice possível). Cálculo com os dados apenas da Bacia do rio Taperoá.

Nota 4: Linear 2 é calculado: (maior índice possível - cada índice calculado) / (maior índice possível - menor índice possível). Cálculo com os dados da Bacia do Rio Taperoá e do maior açude da Bacia do Rio Piranhas

Comparação com a Semi-Árido Paraibano

Cálculo do Linear 1		Cálculo do Linear 2	
Bacia do Rio Taperoá		Bacia do Rio Taperoá e Bacia do Rio Piranhas = Semi-Árido Paraibano	
Maior índice possível: Açude Mucutu		Maior índice possível: Açude Coremas/Mãe-D'água	
Demanda Reduzida 20% (l/s):	21,91	Demanda Reduzida 20%(l/s):	150
Disponibilidade (l/s):	372,14	Disponibilidade (l/s):	4500
IADC Máximo:	16,985	IADC Máximo:	30,000
Menor índice possível: Açude Barra		Menor índice possível: Açude Barra	
Demanda Reduzida 20%(l/s):	13,12	Demanda Reduzida 20%(l/s):	13,12
Disponibilidade (l/s):	0,10	Disponibilidade (l/s):	0,10
IADC Mínimo:	0,008	IADC Mínimo:	0,008

ESCALA PARCIAL
IADC

LINEAR 1 e 2	
Muito Alto	Linear < 0,2
Alto	0,2 <= Linear < 0,4
Médio	0,4 <= Linear < 0,6
Baixo	0,6 <= Linear < 0,8
Muito Baixo	Linear >= 0,8

4.1.4. Índice de Ativação das Potencialidades (IAP)

O IAP (Vieira et al. 1995) representa o nível de ativação dos recursos hídricos da unidade de planejamento. As variáveis envolvidas são: a disponibilidade a 90% (vazão regularizável) e a potencialidade da bacia de contribuição ao açude. É dada pela seguinte expressão:

$$\text{IAP} = \frac{\text{Disponibilidade (90\%)}}{\text{Potencialidade}}$$

Os resultados do IAP, para os açudes da bacia do Taperoá demonstram uma variação considerável nos graus da escala parcial. Diferentemente dos índices anteriores, a maior parte dos valores do Linear 1 e 2, divergiu. Neste índice, quanto mais próximo o valor for de 1, a situação da bacia é considerada desejável, porém, mais perto de 0 demonstra que a bacia está em uma situação não desejável.

Uma situação desejável para este índice ocorre quando se tem uma disponibilidade bem inferior do que a potencialidade, indicando, portanto, que ainda há muito potencial para ser ativado. Quando a disponibilidade apresenta valores próximos ou maiores que a potencialidade da bacia de contribuição ao açude, esta situação é não desejável, pois se tem um quadro em que o potencial da bacia está quase que totalmente ativado não comportando mais a construção de barramentos ou poços.

A ocorrência desta variabilidade foi devido ao IAP encontrado para o açude Mucutu, que tem uma expressiva potencialidade (751,12l/s) e disponibilidade (372,14 l/s) comparada com os outros açudes que tem em média apenas 148,02 l/s e 30,40l/s, respectivamente. E ainda pelo alto valor resultante do açude do semi-árido que tem uma potencialidade variando em torno de 9000 l/s (valor estimado para a potencialidade da bacia de contribuição ao Açude Coremas Mãe D'água) e disponibilidade de 4500 l/s (vazão regularizável do mesmo açude).

De acordo com a escala parcial dos índices do IAP, a bacia possui a maior parte dos seus açudes com índices considerados médio, dentro da análise interna da bacia do Taperoá e alto quando se compara com o semi-árido paraibano.

A Tabela 4.5 contém o resultado do IAP - Índice de Ativação das Potencialidades por açude e respectivo município abastecido, para a Bacia do Taperoá.

Tabela 4.5 - IAP - Índice de Ativação do Potencial

Potencialidade (l/s)	Disponibilidade 90% (l/s)	IAP	Linear 1	ESCALA PARCIAL	Linear 2	ESCALA PARCIAL	Açude	Município abastecido pelo açude
751,72	372,14	0,495	0,000	Muito Baixo	0,010	Muito Baixo	Mucutu	Assunção, Jorno do Seridó, Santo André, Juazeirinho
496,34	162,69	0,328	0,338	Baixo	0,345	Baixo	Solidade	Solidade
557,34	120,54	0,216	0,564	Mélio	0,368	Mélio	Taperoa II	Taperoa
116,73	13,93	0,126	0,747	Aba	0,749	Aba	Olvedos	Olvedos
213,95	40,23	0,188	0,621	Aba	0,625	Aba	Santa Tereza	Solidade
62,70	20,01	0,319	0,336	Baixo	0,362	Baixo	Salgue	Livramento
39,38	18,01	0,453	0,081	Muito Baixo	0,090	Muito Baixo	Serra Branco I & II	Serra Branco
80,78	18,52	0,229	0,538	Mélio	0,542	Mélio	Geremias	Cucimbu e Desteno
143,16	36,21	0,253	0,490	Mélio	0,495	Mélio	Lagoa do Meis	Juazeirinho e Taperoa
54,31	11,17	0,206	0,585	Mélio	0,589	Mélio	Bom Visu	Bom Visu e Pochinho
10,15	4,00	0,379	0,234	Baixo	0,242	Baixo	Neocordus	São José do Cariri
51,30	3,35	0,065	0,869	Muito Aho	0,871	Muito Aho	João Medeiros	Guariú
146,94	3,16	0,022	0,958	Muito Aho	0,958	Muito Aho	São José das Cordoias	São José das Cordoias
9,14	2,54	0,278	0,439	Mélio	0,445	Mélio	Livramento	Livramento
101,84	1,61	0,016	0,969	Muito Aho	0,970	Muito Aho	Guariú	Guariú
142,07	0,10	0,001	1,000	Muito Aho	1,000	Muito Aho	Barra	Taperoa e Juazeirinho

Nota 1: A demanda média de água por capde é o acmatório das demandas dos municípios abastecido por tal açude.

Nota 2: IAP = (D disponibilidade 90% / Potenciaidade)

Nota 3: Linear 1 é calculado: (valor índice possível - cada índice calculado) / (valor índice possível - menor índice possível). Cálculo com os dados apenas do Baixo do rio Taperoa.

Nota 4: Linear 2 é calculado: (valor índice possível - cada índice calculado) / (valor índice possível - menor índice possível). Cálculo com os dados de Baixo do Rio Taperoa e do maior açude do Baixo do Rio Piranhas.

Comparação com o Semi-Arido Parahyba.

Cálculo do Linear 1		Cálculo do Linear 2	
Baixa do Rio Taperoa		Baixa do Rio Taperoa e Baixa do Rio Piranhas - Semi-Arido Parahyba	
Maior índice possível: Açude Mucutu		Maior índice possível: Açude Caremas/Nike-D'água	
Potenciaidade (l/s):	751,72	Potenciaidade (l/s):	9000
Disponibilidade (l/s):	372,14	Disponibilidade (l/s):	4500
IAP Máximo:	0,495	IAP Máximo:	0,500
Menor índice possível: Açude Barra		Menor índice possível: Açude Barra	
Potenciaidade (l/s):	142,07	Potenciaidade (l/s):	142,07
Disponibilidade (l/s):	0,10	Disponibilidade (l/s):	0,10
IAP Mínimo:	0,001	IAP Mínimo:	0,001

ESCALA PARCIAL
IAP

LINEAR 1 e 2	
Muito Aho	Linear >= 0,8
Aho	0,6 <= Linear < 0,8
Mélio	0,4 <= Linear < 0,6
Baixo	0,2 <= Linear < 0,4
Muito Baixo	Linear < 0,2

4.1.5. Índice de Utilização das Potencialidades (IUP)

O IUP (Vieira et al. 1995) representa o nível de utilização do potencial pelas demandas. É dado pela razão entre:

$$\text{IUP} = \frac{\text{Demanda Atual}}{\text{Potencialidade}}$$

Neste índice, quanto mais o valor se aproxima da unidade, percebe-se que a demanda utiliza muito pouco do total das potencialidades, ou seja, a demanda para cada município é bem inferior ao valor da potencialidade da bacia de contribuição ao açude. Esta situação é bastante desejável, pois desta forma, o esgotamento dos recursos hídricos existentes nessa área, demora a acontecer. A situação contrária, perto de 0, demonstra total utilização do potencial existente, devido aos altos valores das demandas por municípios.

O açude Livramento possui uma demanda atual (12,37l/s) mais alta que a potencialidade da respectiva bacia de contribuição ao açude (9,14l/s), mostrando uma realidade complexa com relação à exploração dos mananciais existentes nessa bacia.

A Tabela 4.6 contém o resultado do IUP - Índice de Utilização das Potencialidades por açude e respectivo município abastecido, para a Bacia do Taperoá.

4.1.6. Índice de Utilização das Disponibilidades (IUD)

O IUD (Vieira et al. 1995) representa o nível de utilização das disponibilidades dos açudes, perante a demanda dos municípios. É a razão entre:

$$\text{IUD} = \frac{\text{Demanda Atual}}{\text{Disponibilidade (90\%)}}$$

Tabela 4.6 - IUP - Índice de Utilização das Potencialidades

Demanda Atual (l/s)	Potencialidade (l/s)	IUP	Linear 1	ESCALA PARCIAL	Linear 2	ESCALA PARCIAL	Açude	Município abastecido pelo açude
35,64	751,72	0,047	0,995	Muito Alto	0,985	Muito Alto	Mucutu	Assunção, Junco do Seridó, Sinto André, Juazeirinho
22,12	496,34	0,045	0,997	Muito Alto	0,987	Muito Alto	Soledade	Soledade
22,80	557,34	0,041	1,000	Muito Alto	0,990	Muito Alto	Taperoá II	Taperoá
5,58	110,73	0,050	0,993	Muito Alto	0,983	Muito Alto	Oliveiros	Oliveiros
22,12	213,95	0,103	0,952	Muito Alto	0,943	Muito Alto	Santa Tereza	Soledade
12,37	62,70	0,197	0,881	Muito Alto	0,872	Muito Alto	Salitre	Livramento
13,15	39,58	0,332	0,778	Alto	0,770	Alto	Serra Branca I & II	Serra Branca
19,70	80,78	0,244	0,845	Muito Alto	0,837	Muito Alto	Coremas	Coremas e Desterro
41,91	143,16	0,293	0,808	Muito Alto	0,800	Muito Alto	Lagoa do Meio	Juazeirinho e Taperoá
17,97	54,21	0,331	0,779	Alto	0,771	Alto	Boa Vista	Boa Vista e Pocinhos
6,44	10,55	0,610	0,566	Médio	0,560	Médio	Namorados	São João do Cariri
8,24	51,30	0,161	0,909	Muito Alto	0,900	Muito Alto	João Medeiros	Curjó
10,18	146,94	0,069	0,978	Muito Alto	0,969	Muito Alto	São José dos Cordeiros	São José dos Cordeiros
12,37	9,14	1,353	0,000	Muito Baixo	0,000	Muito Baixo	Livramento	Livramento
8,24	101,84	0,081	0,970	Muito Alto	0,960	Muito Alto	Curjó	Curjó
22,62	142,07	0,159	0,910	Muito Alto	0,901	Muito Alto	Barriz	Tenório e Juazeirinho

A demanda atual de água por açude é o somatório das demandas dos municípios abastecido por tal açude.

$IUP = (Demanda\ Atual / Potencialidade)$

Linear 1 é calculado: $(\text{maior índice possível} - \text{cada índice calculado}) / (\text{maior índice possível} - \text{menor índice possível})$. Cálculo com os dados apenas da Bacia do rio Taperoá.

Linear 2 é calculado: $(\text{maior índice possível} - \text{cada índice calculado}) / (\text{maior índice possível} - \text{menor índice possível})$. Cálculo com os dados da Bacia do Rio Taperoá e do maior açude da Bacia do Rio Piranhas.

relação com o Semi-Árido Paraibano.

ESCALA PARCIAL
IUP

LINEAR 1 e 2
Muito Alto Linear >= 0,8
Alto 0,6 <= Linear < 0,8
Médio 0,4 <= Linear < 0,6
Baixo 0,2 <= Linear < 0,4
Muito Baixo Linear < 0,2

OBS: Quando a demanda for maior do que a disponibilidade considerar sempre Muito Baixo

Cálculo do Linear 1		Cálculo do Linear 2	
Bacia do Rio Taperoá		Bacia do Rio Taperoá e Bacia do Rio Piranhas = Semi-Árido Paraibano	
Maior índice possível: Açude Livramento		Maior índice possível: Açude Livramento	
Demanda Atual (l/s):	12,37	Demanda Atual (l/s):	12,37
Potencialidade (l/s):	9,14	Potencialidade (l/s):	9,14
IUP Máximo:	1,353	IUP Máximo:	1,353
Menor índice possível: Açude Taperoá II		Menor índice possível: Açude Coremas/Mãe d'Água	
Demanda Atual (l/s):	22,80	Demanda Atual (l/s):	250
Potencialidade (l/s):	557,34	Potencialidade (l/s):	9000
IUP Mínimo:	0,041	IUP Mínimo:	0,028

Neste índice, quanto mais perto estiver o valor de 1 nota-se que se utiliza muito pouco do total disponível, ou seja, a demanda para cada município é bem inferior a disponibilidade oferecida por cada açude, portanto esta situação é a desejável. A situação contrária, próxima de 0, demonstra total utilização da água disponível para consumo.

A maior parte dos resultados para o IUD, diferentemente dos valores do IUP, obtiveram uma classificação muito baixo quanto estabelecido pela escala parcial. Os valores disponíveis dos açudes para consumo se reduzem bastante se comparados com a potencialidade destes.

O Açude Barra, por exemplo, possui uma demanda (22,62 l/s), bem mais alta do que o valor de sua disponibilidade (0,10 l/s). Sempre que a demanda for considerada bem mais alta do que a disponibilidade deve-se considerar um índice muito baixo, mesmo que os valores das linearizações se encaixem em graus diferentes desta.

A Tabela 4.7 contém o resultado do Índice de Utilização das Disponibilidades (IUD) por açude e respectivo município abastecido, para a Bacia do Taperoá

A Tabela 4.8 mostra uma comparação de todos os resultados obtidos por índices para as duas linearizações realizadas para os índices que compõem o indicador IPDD.

Tabela 4.7 - IUD - Índice de Utilização das Disponibilidades

Demanda Atual (l/s)	Disponibilidade 90% (l/s)	IUD	Linear 1	ESCALA PARCIAL	Linear 2	ESCALA PARCIAL	Açude	Município abastecido pelo açude
35,64	372,14	0,096	1,000	Muito Alto	1,000	Muito Alto	Mucutu	Assunção, Junto do Seridó, Santo André, Juazeirinho
22,12	162,69	0,136	1,000	Muito Alto	1,000	Muito Alto	Soledade	Soledade
22,80	120,54	0,189	1,000	Muito Alto	0,999	Muito Alto	Taperoá II	Taperoá
5,58	13,93	0,401	0,999	Muito Alto	0,998	Muito Alto	Olivedos	Olivedos
22,12	40,23	0,550	0,998	Muito Alto	0,998	Muito Alto	Santa Tereza	Soledade
12,37	20,01	0,618	0,998	Muito Alto	0,998	Muito Alto	Saline	Livramento
13,15	18,01	0,730	0,997	Muito Alto	0,997	Muito Alto	Serra Branca I & II	Serra Branca
19,70	18,52	1,064	0,996	Muito Baixo	0,996	Muito Baixo	Coremas	Cacimbas e Desterro
41,91	36,21	1,157	0,995	Muito Baixo	0,995	Muito Baixo	Lagoa do Melo	Juazeirinho e Taperoá
17,97	11,17	1,609	0,993	Muito Baixo	0,993	Muito Baixo	Boa Vista	Boa Vista e Poções
6,44	4,00	1,610	0,993	Muito Baixo	0,993	Muito Baixo	Namorados	São João do Cariri
8,24	3,35	2,460	0,990	Muito Baixo	0,989	Muito Baixo	João Medeiros	Gurjão
10,18	3,16	3,222	0,986	Muito Baixo	0,986	Muito Baixo	São José dos Cordeleros	S. J. dos Cordeleros
12,37	2,54	4,870	0,979	Muito Baixo	0,979	Muito Baixo	Livramento	Livramento
8,24	1,61	5,118	0,978	Muito Baixo	0,978	Muito Baixo	Gurjão	Gurjão
22,62	0,10	226,2	0,000	Muito Baixo	0,000	Muito Baixo	Barra	Tendiro e Juazeirinho

Nota 1: A demanda atual de água por açude é o somatório das demandas dos municípios abastecido por tal açude.

Nota 2: $IUD = (Demanda\ Atual / Disponibilidade\ 90\%)$

Nota 3: Linear 1 é calculado: $(maior\ índice\ possível - cada\ índice\ calculado) / (maior\ índice\ possível - menor\ índice\ possível)$. Cálculo com os dados apenas da Bacia do rio Taperoá.

Nota 4: Linear 2 é calculado: $(maior\ índice\ possível - cada\ índice\ calculado) / (maior\ índice\ possível - menor\ índice\ possível)$. Cálculo com os dados da Bacia do Rio Taperoá e do maior açude da Bacia do Rio Piranhas.

Comparação com o Semi-Árido Paraibano.

Cálculo do Linear 1		Cálculo do Linear 2	
Bacia do Rio Taperoá		Bacia do Rio Taperoá e Bacia do Rio Piranhas = Semi-Árido Paraibano	
Menor índice possível: Açude Barra		Maior índice possível: Açude Barra	
Demanda Atual (l/s):	22,62	Demanda Atual (l/s):	22,62
Disponibilidade (l/s):	0,10	Disponibilidade (l/s):	0,10
IUD Máximo:	226,200	IUD Máximo:	226,200
Maior índice possível: Açude Mucutu		Menor índice possível: Açude Coremas/Mãe-D'água	
Demanda Atual (l/s):	35,64	Demanda Atual (l/s):	250
Disponibilidade (l/s):	372,14	Disponibilidade (l/s):	4500
IUD Mínimo:	0,096	IUD Mínimo:	0,056

ESCALA PARCIAL
IUD

LINEAR 2	
Muito Alto	Linear $\geq 0,8$
Alto	$0,6 \leq Linear < 0,8$
Médio	$0,4 \leq Linear < 0,6$
Baixo	$0,2 \leq Linear < 0,4$
Muito Baixo	Linear $< 0,2$

OBS: Quando a demanda for maior do que a disponibilidade considerar sempre Muito Baixo

4.2. Índices que compõem o IGRH (Indicador de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos)

Estes índices são considerados subjetivos (comitê de bacia hidrográfica, outorga e cobrança). Estes índices são determinados através da análise da situação real de cada um destes, na bacia analisada. A escala parcial é estabelecida de forma qualitativa.

De acordo, com a lei nº 9.433/97, os objetivos da gestão são: alocação da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, usos múltiplos, reconhecimento da água como um bem finito e vulnerável, reconhecimento do valor econômico da água (que induz a cobrança pelo uso a gestão descentralizada e participativa). Os principais instrumentos são: Planos de Recursos Hídricos; Enquadramento dos Corpos D'Água; Outorga; Cobrança; Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

Como a Bacia do Taperoá está contida na área que abrange toda a Bacia do Paraíba, e nesta bacia foi criado o Comitê do Paraíba, que está em processo de instalação, o estudo de gestão está começando a ser estabelecido na região.

4.2.1. Índice de Comitê de Bacia Hidrográfica (ICBH)

O ICBH expressa o nível de amadurecimento da sociedade na formação dos comitês de bacias. Os comitês funcionam como um elo entre o Poder Público e a Sociedade Civil. Esse índice de comitês de bacias avalia a eficácia da gestão integrada de recursos hídricos aplicada na bacia e subsidia um ambiente de referências que contribua para as lutas e esforços das organizações sociais pelas águas.

No caso dos Comitês de Bacia Hidrográfica, a metodologia adotada para a mobilização fundamenta-se na constatação de que o processo educativo e a cooperação entre os usuários para a gestão democrática das águas têm sido mais eficazes quando tomam por ponto de partida problemas concretos e mais próximos do dia-a-dia e dos interesses da comunidade. Entre estes, a necessidade de recuperação e preservação dos reservatórios e rios, além da urgência em definir critérios que garantam o acesso à água em situação de escassez.

Na Tabela 4.9, pode-se ver o resultado do Índice de Comitê de Bacia Hidrográfica com suas respectivas escalas parciais qualitativas.

4.2.2. Índice de Outorga (IO)

O IO considera o nível de implementação da outorga.

Na Tabela 4.10, pode-se ver o resultado do Índice de Outorga, com suas respectivas escalas parciais qualitativas.

4.2.3. Índice de Cobrança (IC)

Com os valores da outorga definidos, o próximo passo para encaminhar a gestão de recursos hídricos é começar a cobrar pelo uso da água.

Na Tabela 4.11, pode-se ver o resultado do Índice de Cobrança, com suas respectivas escalas parciais qualitativas.

Tabela 4.9 - ICBH - Índice de Comitê de Bacia Hidrográfica	
Municípios da Bacia do Rio Taperoá	ESCALA PARCIAL
	ICBH
Cacimbas	BAIXO
Desterro	
Taperoá	
Taperoá	
Livramento	
Tenório	
Juazeirinho	
Santo André	
Juazeirinho	
Assunção	
Junco do Seridó	
São José dos Cordeiros	
São João do Cariri	
Serra Branca	
Boa Vista	
Poço das Antas	
Gurjão	
Soledade	
Olivedos	

ESCALA PARCIAL	
ICBH	
Muito Alto	Comitê com boa articulação e alto índice de solução de problemas na bacia
Alto	Comitê atuando há alguns anos e médio índice de solução de problemas na bacia
Medio	Comitê instalado recentemente e baixo índice de solução de problemas na bacia
Baixo	Comitê proposta em lei, em processo de instalação
Muito Baixo	Nenhuma ação no sentido de criação de comite na bacia

Tabela 4.10 - Índice de Outorga	
Municípios da Bacia do Rio Taperoá	ESCALA PARCIAL
	IO
Cacimbas	MÉDIO
Desterro	
Taperoá	
Taperoá	
Livramento	
Tenório	
Juazeirinho	
Santo André	
Juazeirinho	
Assunção	
Junco do Seridó	
São José dos Cordeiros	
São João do Cariri	
Serra Branca	
Boa Vista	
Pocinhos	
Gujão	
Soledade	
Olivedos	

ESCALA PARCIAL	
IO	
Muito Alto	Outorga implementada , boa fiscalização e alta redução nos usos da água
Alto	Outorga implementada há alguns anos e médio índice de redução nos usos da água
Medio	Outorga implementada recentemente e baixo índice de redução nos usos da água
Baixo	Outorga proposta em lei, em processo de implementação
Muito Baixo	Nenhuma ação no sentido de implementação da outorga na bacia

Tabela 4.11 - IC- Índice de Cobrança

Tabela 4.11 - IC- Índice de Cobrança	
Municípios da Bacia do Rio Taperoá	ESCALA PARCIAL
	IC
Cacimbas	BAIXO
Desterro	
Taperoá	
Taperoá	
Livramento	
Tenório	
Juazeirinho	
Santo André	
Juazeirinho	
Assunção	
Junco do Seridó	
São José dos Cordeiros	
São João do Cariri	
Serra Branca	
Boa Vista	
Pocinhos	
Gurjão	
Soledade	
Olivedos	

ESCALA PARCIAL	
IC	
Muito Alto	Cobrança implementada , boa arrecadação e alto grau de desenvolvimento da bacia
Alto	Cobrança implementada há alguns anos, significativa arrecadação e bom grau de desenvolvimento da bacia
Medio	Cobrança implementada recentemente, deficit de arrecadação
Baixo	Cobrança proposta em lei, em processo de implementação
Muito Baixo	Nenhuma ação no sentido de implementação da cobrança na bacia

4.3. Índices que compõem o IEUA (Indicador de Eficiência do Uso da Água)

As escalas obtidas para estes índices são construídas baseadas nas percentagens totais com relação à situação dos dados de origem.

4.3.1. Índice de Domicílios Atendidos por Poços (IDAP)

O IDAP (CONESAN, 1999) é a relação entre o número de domicílios que são abastecidos por poços e número de domicílios totais:

$$\text{IDAP} = \frac{\text{domicílios atendidos por poços}}{\text{domicílios totais}}$$

Esta análise foi realizada por municípios da bacia e resultou que a maioria destes possui uma quantidade pequena de poços com relação ao total de domicílios. Os resultados dos índices mostram que os domicílios atendidos por poços representam menos de 20% do total dos domicílios que existem em cada município.

Alguns municípios obtiveram um índice médio (Assunção, Boa Vista, Cacimbas, São João do Cariri) e baixo (São José dos Cordeiros) quanto ao grau da escala parcial adotada para este índice.

Na Tabela 4.12 está contido o resultado do Índice de Domicílios Atendido por Poços (IDAP) para a Bacia do Taperoá.

4.3.2. Índice de Domicílios Atendidos por Sistema de Abastecimento de Água (IDASA)

O IDASA (CONESAN, 1999) é a relação entre o número de domicílios que são abastecidos por sistema de abastecimento de água e número de domicílios totais:

$$\text{IDASA} = \frac{\text{domicílios atendidos por sistema de abastecimento de água}}{\text{domicílios totais}}$$

Tabela 4.12 - IDAP - Índice de Domicílios Atendidos por Poços

Municípios	População Urbana	Domicílios Totais	Domicílios Abastecidos Por Poços	IDAP(%)	ESCALA PARCIAL
Assunção	2142	692	185	26,73	Baixo
Boa Vista	2272	1195	242	20,25	Baixo
Cacimbas	1499	1596	438	27,44	Baixo
Desterro	4154	1851	178	9,62	Muito Baixo
Gurjão	1684	713	81	11,36	Muito Baixo
Juazeirinho	7649	3345	302	9,03	Muito Baixo
Junco do Seridó	3449	1380	116	8,41	Muito Baixo
Livramento	3261	1819	134	7,37	Muito Baixo
Olivedos	1360	809	7	0,87	Muito Baixo
Pocinhos	7557	3669	394	10,74	Muito Baixo
Santo André	602	719	62	8,62	Muito Baixo
São João do Cariri	1996	1241	500	40,29	Médio
São José dos Cordeiros	1307	1097	358	32,63	Baixo
Serra Branca	7949	3388	668	19,72	Muito Baixo
Soledade	8461	2962	183	6,18	Muito Baixo
Taperoá	7934	3282	365	11,12	Muito Baixo
Tenório	1276	2911	51	1,75	Muito Baixo

Nota 1: O IDAP é calculado : (número de domicílios atendidos por poços/ número de domicílios totais).100

ESCALA PARCIAL - IDAP(%)

Muito Alto	IDAP \geq 80
Alto	60 \leq IDAP < 80
Médio	40 \leq IDAP < 60
Baixo	20 \leq IDAP < 40
Muito Baixo	IDAP < 20

De acordo com a escala parcial definida para este índice, a bacia possui um IDAP médio na maioria dos seus municípios. Cerca de 40% à 60% dos domicílios totais são atendidos por um sistema de abastecimento de água.

Os municípios de Boa Vista e Santo André, atingiram menor valor do IDAP (zero), pois estes não possuem sistema de abastecimento e sim apenas alguns poços distribuídos por alguns domicílios.

Em termos de qualidade, os sistemas em operação apresentam restrições, requerendo melhorias tais como, ampliação da rede, introdução de novas tecnologias de controle de perdas e de tratamento da água, reparos e substituição de materiais e equipamentos, entre outros

As fontes hídricas dos sistemas de abastecimento d'água da Bacia do Taperoá são predominantemente de superfície, visto que a maioria dos núcleos urbanos atendidos utilizam açudes e apenas a minoria utilizam poços como fonte hídrica.

Na Tabela 4.13, está contida os resultados do Índice de Domicílios Atendidos por Sistema de Abastecimento de Água (IDASA) para a Bacia do Taperoá.

4.3.3. Índice de Ligações de Esgoto (ILE)

O ILE (CONESAN, 1999) é a relação entre os domicílios atendidos com rede de esgoto ou fossa séptica e domicílios totais:

$$ILE = \frac{\text{domicílios atendidos por rede de esgoto ou fossa séptica}}{\text{domicílios totais}}$$

Esse índice demonstra o quanto a bacia sofre com as péssimas condições sanitárias. Para a maioria dos municípios, os valores encontrados para o ILE são considerados baixo, ou seja, menos de trinta por cento do total dos domicílios de cada município são atendidos por um sistema de ligações de esgoto.

Na Tabela 4.14 estão os resultados do Índice de Ligações de Esgoto (ILE) para a Bacia do Taperoá.

Tabela 4.13 - IDASA - Índice de Domicílios Atendidos por Sistema de Abastecimento de Água					
Municípios	População Urbana	Domicílios Totais	Domicílios Atendidos por Sistema de Abastecimento de Água	IDASA (%)	ESCALA PARCIAL
Assunção	2142	692	350,0	50,6	Médio
Rua Vista	2272	1195	0,0	0,0	Muito Baixo
Cacimbas	1499	1596	397,0	24,9	Baixo
Desterro	4154	1851	1052,0	56,8	Médio
Gurjão	1684	713	434,0	60,9	Alto
Juazeirinho	7649	3345	10,0	0,30	Muito Baixo
Junco do Seridó	3449	1380	870,0	63,0	Alto
Livramento	3261	1819	603,0	33,2	Baixo
Olivedos	1360	809	248,0	30,7	Baixo
Pocinhos	7557	3669	1639,0	44,7	Médio
Santo André	602	719	0,0	0,0	Muito Baixo
São João do Cariri	1996	1241	525,0	42,3	Médio
São José dos Cordeiros	1307	1097	393,0	35,8	Baixo
Serra Branca	7949	3388	2,0	0,06	Muito Baixo
Soledade	8461	2962	836,0	28,2	Baixo
Taperoá	7934	3282	1855,0	56,5	Médio
Tenório	1276	2911	1302,0	51,6	Médio

Nota 1: O IDASA é calculado : (número de domicílios atendidos por sistema de abastecimento de água/ número de domicílios totais).100

ESCALA PARCIAL - IDASA(%)	
Muito Alto	IDASA \geq 80
Alto	60 \leq IDASA $<$ 80
Médio	40 \leq IDASA $<$ 60
Baixo	20 \leq IDASA $<$ 40
Muito Baixo	IDASA $<$ 20

Tabela 4.14 - ILE - Índice de Ligações de Esgoto

Municípios	População Urbana	Domic. Totais	Domicílios atendidos por	Domicílios com	ILE(%)	ESCALA PARCIAL
			coleta (Rede geral)	Tanque Séptico		
Assunção	2142	692	280	13	42,34	Médio
Boa Vista	2272	1195	0	26	2,18	Muito Baixo
Cacimbas	1499	1596	3	8	0,69	Muito Baixo
Desterro	4154	1851	397	10	21,99	Baixo
Gurjão	1684	713	47	4	7,15	Muito Baixo
Juazeirinho	7649	3345	896	188	32,41	Baixo
Junco do Seridó	3449	1380	342	203	39,49	Baixo
Livramento	3261	1819	49	83	7,26	Muito Baixo
Olivedos	1360	809	112	7	14,71	Muito Baixo
Pocinhos	7557	3669	548	236	21,37	Baixo
Santo André	602	719	0	31	4,31	Muito Baixo
São João do Cariri	1996	1241	360	4	29,33	Baixo
São José dos Cordeiros	1307	1097	43	8	4,65	Muito Baixo
Serra Branca	7949	3388	192	88	8,26	Muito Baixo
Soledade	8461	2962	1393	290	56,82	Médio
Taperoá	7934	3282	1709	189	57,83	Médio
Tenório	1276	560	50	3	9,46	Muito Baixo

Nota 1: O ILE é calculado : (domicílios atendidos por coleta +domicílios com tanque séptico) /domicílios totais).100

ESCALA PARCIAL - ILE(%)	
Muito Alto	ILE \geq 80
Alto	60 \leq ILE <80
Médio	40 \leq ILE <60
Baixo	20 \leq ILE <40
Muito Baixo	ILE <20

4.3.4. Índice de Tratamento de Esgoto (ITE)

O ITE (CONESAN, 1999) é a relação entre os domicílios atendidos por tratamento de esgoto e domicílios totais.

$$\text{ITE} = \frac{\text{domicílios atendidos por tratamento de esgoto}}{\text{domicílios totais}}$$

A Bacia do Taperoá possui índices baixos, na maioria dos municípios para o ITE.

Quanto aos tipos de tratamentos adotados pelos sistemas de abastecimento d'água existentes, verifica-se que o mais comum é o tratamento por Filtração Lenta/Desinfecção, sendo empregado em 53% das cidades da bacia. Aparecem também, com percentuais expressivos os tratamentos por Filtração Rápida/ Desinfecção e Clarificador de Contato (15%) e ETA de "filtro russo" (24%). O tratamento da água realizado por filtro de pressão foi verificado em apenas 8% das cidades com abastecimento.

Apesar de possuir todos estes tipos de tratamento nos municípios, os índices de ITE mostram que eles não atendem aos requisitos de uma boa desinfecção da água, ou por em alguns casos estarem desativados ou a poluição de determinado local exige um tipo de tratamento bem melhor do que aquele que está instalado.

Na Tabela 4.15, estão contidos os resultados do Índice de Tratamento de Esgoto (ITE) para a Bacia do Taperoá.

No Anexo F encontram-se todos os tipos de tratamento por sub-bacia e município da Bacia do Taperoá.

Tabola 4.15 - ITE - Índice de Tratamento de Esgoto

Municípios	População Urbana	Dom. Aten. Abast. Água	Dom. Totais	Vol. Contr. Água (m³/dia)	Volume coletado de esgoto (m³/dia)	ILE (%)	Volume Tratado (m³/dia)	ITE (%)	ESCALA PARCIAL
Assunção	2142	350	692	130,0	104,0	42,3	104,0	42,3	Médio
Bela Vista	2272	0	1195	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	Muito Baixo
Cambasibás	1760	549	1076	107,8	86,2	18,7	86,2	18,7	Muito Baixo
Cacambiás	1499	397	1396	44,7	35,8	0,7	35,8	0,7	Muito Baixo
Descaró	4154	1052	1851	283,3	216,6	27,0	220,6	22,0	Baixo
Guajará	1684	434	713	133,0	98,4	7,2	98,4	7,2	Muito Baixo
Jaczeitinhu	7649	10	3345	3,7	2,2	32,4	2,2	32,4	Baixo
Impec. do Seridó	2440	870	1380	200,9	208,7	39,5	208,7	39,5	Baixo
Lavranteiro	3561	605	1819	138,7	103,8	7,3	103,8	7,3	Muito Baixo
Oliveiras	1360	248	809	50,0	40,0	14,7	40,0	14,7	Muito Baixo
Picari	339	92	357	10,5	8,4	18,8	8,4	18,8	Muito Baixo
Presbitas	7957	1639	3069	405,1	324,1	21,4	324,1	21,4	Baixo
Santo André	602	0	719	0,0	0,0	4,3	0,0	0,0	Muito Baixo
São João do Estím	1996	525	1241	101,3	81,1	29,3	81,1	29,3	Baixo
São José dos Carduchos	1307	391	1097	96,2	43,0	4,6	45,0	4,6	Muito Baixo
Serra Branca	7949	2	3388	0,6	0,5	8,3	0,5	8,3	Muito Baixo
Solidade	8467	836	2902	286,6	229,3	56,8	229,3	56,8	Médio
Tapera	7934	1855	3382	538,1	430,5	57,8	430,5	57,8	Médio
Tamboré	1276	1302	560	410,7	328,6	9,5	328,6	9,5	Muito Baixo
Nota 1: O ITE é calculado : (volume tratado/volume coletado de esgoto) x ILE x 100									
qm³/dia/dia									

ESCALA PARCIAL - ITE (%)	
Muito Alto	ITE >=80
Alto	60 <= ITE < 80
Média	40 <= ITE < 60
Baixo	20 <= ITE < 40
Muito Baixo	ITE < 20

4.3.5. Índice de Tratamento de Resíduos Sólidos (ITRS)

O ITRS (CONESAN, 1999) é a relação entre os domicílios com lixo coletado e o número de domicílios totais:

$$\text{ITRS} = \frac{\text{domicílios com lixo coletado}}{\text{domicílios totais}}$$

Os resultados mostram valores de ITRS que indicam bacia com uma média sustentabilidade, ou seja, quase cinquenta por cento dos domicílios não possuem coleta de lixo.

A Tabela 4.16 apresenta os resultados do Índice de Tratamento de Resíduos Sólidos (ITRS) para a Bacia do Taperoá.

4.3.6. Índice de Perdas de Água na Rede (IPAR)

O IPAR corresponde à média entre as perdas que ocorrem no abastecimento de água, que são as perdas físicas (vazamentos) e perdas faturadas (ligações clandestinas).

$$\text{IPAR} = \frac{\text{Perda Física} + \text{Perda faturada}}{2}$$

Onde:

$$\text{Perda física} = \frac{(\text{volume produzido} - (\text{fatura sem hidrômetro} + \text{fatura com hidrômetro}))}{(\text{volume produzido})} \cdot 100$$

$$\text{Perda faturada} = \frac{(\text{volume produzido} - (\text{volume micromedido} + \text{fatura sem hidrômetro}))}{(\text{volume produzido})} \cdot 100$$

As perdas nessa bacia variam na sua maioria em torno de 40% a 50%, permitindo que a bacia tenha um índice médio, de acordo com a escala parcial para este.

A Tabela 4.17 apresenta os resultados do Índice de Perdas de Água na Rede (IPAR) por município para a Bacia do Taperoá.

Tabela 4.16 - ITRS - Índice de Tratamento de Resíduos Sólidos

Municípios	População Urbana	Domicílios Totais	Domicílios com lixo coletado	ITRS(%)	ESCALA PARCIAL
Assunção	2142	692	502	72,54	Alto
Boa Vista	2272	1.195	560	46,86	Médio
Cacimbas	1499	1.596	318	19,92	Muito Baixo
Desterro	4154	1.851	866	46,79	Médio
Gurjão	1684	713	439	61,57	Alto
Juazeirinho	7649	3.345	1601	47,86	Médio
Junco do Seridó	3449	1.380	830	60,14	Alto
Livramento	3261	1.819	502	27,60	Baixo
Olivedos	1360	809	355	43,88	Médio
Pocinhos	7557	3.669	1858	50,64	Alto
Santo André	602	719	174	24,20	Baixo
São João do Cariri	1996	1.241	543	43,76	Médio
São José dos Cordeiros	1307	1.097	380	34,64	Baixo
Serra Branca	7949	3.388	1710	50,47	Médio
Soledade	8461	2.962	2029	68,50	Alto
Taperoá	7934	3.282	1951	59,45	Médio
Tenório	1276	560	154	27,50	Baixo

Nota 1: O ITRS é calculado : (domicílios com lixo coletado) /domicílios totais).100

ESCALA PARCIAL - ITRS(%)

Muito Alto	ITRS \geq 80
Alto	60 \leq ITRS < 80
Médio	40 \leq ITRS < 60
Baixo	20 \leq ITRS < 40
Muito Baixo	ITRS < 20

Tabela 4.17 - IPAR - Índice de Perdas de Água na Rede

MUNICÍPIOS	VOLUME		FATURA		PERDAS		IPAR(%)	ESCALA PARCIAL
	PRODUZIDO(m3)	MICROMEDIDO(m3)	S/H (m3)	C/H(m3)	PERDA	PERDA		
					FÍSICA(%)	FATURADA (%)		
São João do Cariri	12.801	4.953	1.682	6.298	48,41	37,90	43,18	Médio
Serra Brejeira	36.438	17.041	3.597	23.003	43,36	27,00	35,18	Baixo
Solitude	39.290	13.595	8.246	18.548	44,41	31,81	38,11	Baixo
Gurjão	8.306	2.528	141	6.118	87,80	24,04	46,25	Médio
Bom Vista	11.152	2.932	2.337	3.389	52,70	48,66	50,71	Médio
Junco do Seridó	2.600	600	823	711	54,02	49,84	51,93	Médio
São José dos Cordeiros	3.955	1.150	108	2.440	68,30	35,68	51,99	Médio
Pocinhos	30.384	16.332	1.671	21.245	41,08	24,58	32,83	Baixo
Oliveiras	6.872	1.755	2.275	2.601	41,38	37,78	39,57	Baixo
Juazeirinho	34.969	4.428	6.708	1.826	62,44	89,88	69,16	Alto
Livramento	24.172	8.390	4.848	11.859	47,24	33,20	40,22	Médio
Taperoá	35.227	15.182	8.583	16.709	32,54	28,21	30,37	Baixo
Desteno	7.601	3.633	2.280	5.278	22,20	0,55	11,38	Muito Baixo

Nota 1: A perda faturada corresponde as perdas que ocorrem em todo o sistema de distribuição = ((volume produzido - (volume micromedido + fat(s/h))) / volume produzido) . 100
 Nota 2: A perda faturada corresponde ao volume de água que é consumido e que não é medido = ((volume produzido - (fat s/h + fatc/h)) / volume produzido) . 100
 Nota3: O IPAR corresponde a média entre as perdas físicas e as perdas faturadas.

ESCALA PARCIAL - IPAR(%)	
Muito Alto	IPAR >= 80
Alto	60 <= IPAR < 80
Médio	40 <= IPAR < 60
Baixo	20 <= IPAR < 40
Muito Baixo	IPAR < 20

4.4. Indicadores de Sustentabilidade Hídrica

Após o cálculo de todos os índices, a segunda parte é agrupá-los em seus respectivos indicadores e organizá-los em níveis de planejamento diferentes (bacia, açude, sub-bacia e sub-bacia e município), com o objetivo de verificar como se comporta os resultados para cada nível. Este estudo comparativo tenta realçar aspectos determinantes dos níveis, de acordo com os graus de sustentabilidade (muito alta, alta, média, baixa e muito baixa) atribuídos na escala global.

Os indicadores são calculados a partir do somatório, da média ou da análise qualitativa da situação dos índices na bacia.

4.4.1. Indicador de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda (IPDD)

Este indicador tenta condensar a situação dos recursos hídricos na bacia. Analisam-se os confrontos entre o potencial e as disponibilidades de recursos hídricos e entre essas disponibilidades (água efetivamente disponível em quantidade segura e qualidade adequada) e as demandas, empregando-se para essa análise os seguintes índices: IADA (Índice de Abastecimento da Demanda Atual), IADF (Índice de Abastecimento da Demanda Futura), IADC (Índice de Abastecimento da Demanda Controlada), IAP (Índice de Ativação das Potencialidades), IUP (Índice de Utilização das Potencialidades) e IUD (Índice de Utilização das Disponibilidades).

Para o IPDD foi possível fazer uma análise através de quatro níveis de planejamento.

4.4.1.1. Nível de Planejamento: Bacia

Na Tabela 4.18 constam os resultados obtidos para o IPDD no Nível de Planejamento: Bacia. Na Figura 4.1 consta um mapa para melhor visualização dos resultados do Nível de Planejamento: Bacia para o IPDD.

Para obter o indicador no nível de bacia fez-se o somatório dos dados de demanda atual(l/s), demanda futura(l/s), demanda reduzida(l/s), disponibilidade(l/s) e potencialidade(l/s), dos açudes estudados na Bacia do Taperoá.

Tabela 4.18 - IPDD - Indicador de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda - Nível de Planejamento: Bacia

Açude	Demanda Atual (l/s)	Demanda futura (l/s)	Demanda Reduzida 20% (l/s)	Disponibilidade 90% (l/s)	Potencialidade(l/s)
Vincosa	35,64	48,62	21,91	372,14	751,72
Soledade	22,12	34,29	14,22	162,69	496,34
Taperoá II	23,80	32,66	15,52	170,54	557,34
Olvetas	5,58	7,19	3,98	13,93	110,73
Santa Tereza	22,12	34,29	14,22	40,23	213,95
Salvoe	12,37	16,31	8,88	20,01	62,70
Serra Branca I & II	13,15	20,25	8,23	18,01	39,58
Geremias	19,70	25,27	13,75	18,52	80,78
Lagoa do Meio	41,91	60,96	24,64	36,21	143,16
Boa Vista	17,97	22,77	12,65	11,17	54,21
Namorados	6,44	7,92	4,11	4,00	10,55
João Medeiros	8,24	9,94	5,55	3,35	51,30
São J. dos Cordeiros	10,18	12,07	6,35	3,16	146,94
Livramento	12,37	16,31	8,88	2,54	9,14
Gurjão	8,24	9,94	5,55	1,61	101,84
Barra	22,62	32,42	13,12	0,10	142,07

ÍNDICES DOS AÇUDES DA BACIA DO TA. PEROÁ			
ÍNDICES	LINEAR	Σ Índices = IPDD	ESCALA GLOBAL
IADA	2,943	0,837	MUITO BAIXA
IADF	2,120		
IADC	4,613		
IAP	0,279		
IUP	0,095		
IUD	0,340		

ÍNDICES DO AÇUDE CORENIAS MÃE D'ÁGUA	
IADA	18,000
IADF	15,000
IADC	30,000
IAP	0,500
IUP	0,028
IUD	0,056

BACIA DO TAPERÓÁ	281,45	390,71	179,54	828,21	2.972,35
------------------	--------	--------	--------	--------	----------

Nota 1: O valor do Linear foi calculado: (maior índice possível - cada índice calculado)/(maior índice possível - menor índice possível). Comparação entre os dados do Açude Corenias Mãe D'água e Açude da Bacia do Taperoá.

Escala Global - IPDD	
Graus de Sustentabilidade Hídrica	
Muito Alta	Σ < 1,5
Alta	1,5 ≤ Σ < 2,0
Média	2,0 ≤ Σ < 2,5
Baixa	2,5 ≤ Σ < 3,0
Muito Baixa	Σ ≥ 3,0

Nota 1: Σ Índices = IADA+IADF+IADC+IAP+IUP+IUD = IPDD

Bacia do Rio Taperoá - PB

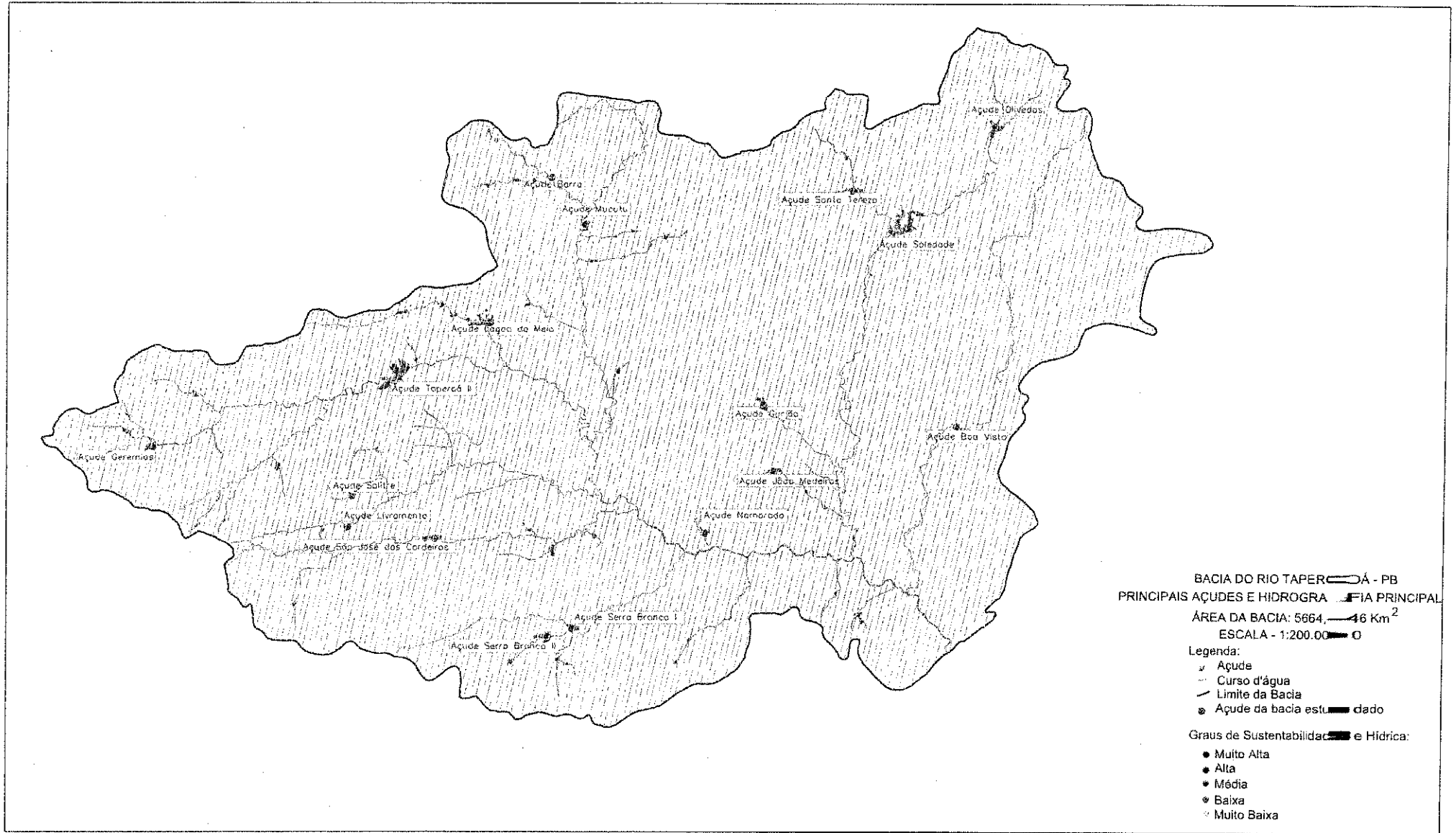


Figura 4.1 - IPDD (Indicador de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda) - Nível de Planejamento: Bacia - Linear

Com os valores totais foi possível calcular cada índice individualmente para a bacia, sem divisões em sub-bacias. Posteriormente, realizou-se o somatório através da seguinte equação:

$$\Sigma \text{Índices} = +IADA+IADF+IADC-IAP-IUP-IUD+3 = \text{IPDD}$$

Equação 1

Em termos qualitativos, os três primeiros índices apresentam os melhores resultados quando estes se aproximam ao valor 1; os últimos três índices representam o inverso. Para evitar resultados negativos, acrescenta-se o mesmo valor da quantidade de termos que possuem efeitos negativos, neste caso, 3. Desta forma, é possível obter uma escala com apenas valores positivos, facilitando assim a classificação em graus de sustentabilidade hídrica da escala global do indicador IPDD.

O valor do IPDD no nível de planejamento da bacia é 5,099, o que, na escala global corresponde a uma sustentabilidade muito baixa. Resultado advindo da bacia possuir uma potencialidade alta e uma disponibilidade baixa para atender a altas demandas.

4.4.1.2 Nível de Planejamento: Açude

Na Tabela 4.19, encontram-se os resultados gerados para Nível de Planejamento: Açude para o IPDD. Nas Figuras 4.2 e 4.3 constam mapas para melhor visualização dos resultados do IPDD do Nível de Planejamento: Açude, tanto para o Linear 1 como para o Linear 2.

Realizou-se uma soma de todos os índices linearizados separadamente através da Equação 1. E classificou-os em fases de acordo com a escala global estabelecida. Para este nível de planejamento, o estudo foi realizado de forma mais detalhada, analisando açude por açude.

Tabela 4.19 - IPDD - Indicador de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda - Nível de Planejamento: Açude

Açude	IADA- LINEAR		IADF- LINEAR		IADC- LINEAR		IAP- LINEAR		IUP- LINEAR		IUD- LINEAR		Σ Índices = IPDD			
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	ESCALA GLOBAL	2	ESCALA GLOBAL
Mucutu	0,000	0,420	0,000	0,490	0,000	0,434	0,000	0,010	0,995	0,985	1,000	1,000	1,005	Muito Alta	2,349	Média
Soledade	0,296	0,592	0,380	0,684	0,327	0,619	0,338	0,345	0,997	0,987	1,000	1,000	1,667	Alta	2,562	Baixa
Taperoá II	0,494	0,706	0,518	0,754	0,475	0,703	0,564	0,568	1,000	0,990	1,000	0,999	1,924	Alta	2,606	Baixa
Olivedos	0,761	0,862	0,747	0,871	0,794	0,884	0,747	0,749	0,993	0,983	0,999	0,998	2,564	Baixa	2,885	Baixa
Santa Tereza	0,826	0,899	0,847	0,922	0,834	0,906	0,621	0,625	0,952	0,943	0,998	0,998	2,936	Baixa	3,161	Muito Baixa
Salitre	0,845	0,910	0,840	0,918	0,868	0,925	0,356	0,362	0,881	0,872	0,998	0,998	3,319	Muito Baixa	3,522	Muito Baixa
Serra Branca I & II	0,869	0,924	0,884	0,941	0,872	0,927	0,081	0,090	0,778	0,770	0,997	0,997	3,769	Muito Baixa	3,935	Muito Baixa
Geremias	0,910	0,948	0,905	0,951	0,921	0,955	0,538	0,542	0,845	0,837	0,996	0,996	3,357	Muito Baixa	3,480	Muito Baixa
Laguna do Meio	0,918	0,952	0,923	0,961	0,914	0,951	0,490	0,495	0,808	0,800	0,995	0,995	3,461	Muito Baixa	3,574	Muito Baixa
Boa Vista	0,941	0,966	0,936	0,967	0,948	0,971	0,585	0,589	0,779	0,771	0,993	0,993	3,469	Muito Baixa	3,551	Muito Baixa
Namorados	0,941	0,966	0,930	0,964	0,943	0,968	0,234	0,242	0,566	0,560	0,993	0,993	4,020	Muito Baixa	4,102	Muito Baixa
João Medeiros	0,961	0,978	0,956	0,978	0,965	0,980	0,869	0,871	0,909	0,900	0,990	0,989	3,115	Muito Baixa	3,176	Muito Baixa
São J. dos Cordeiros	0,971	0,983	0,966	0,983	0,971	0,984	0,958	0,958	0,978	0,969	0,986	0,986	2,986	Baixa	3,036	Muito Baixa
Livramento	0,981	0,989	0,980	0,990	0,984	0,991	0,439	0,445	0,000	0,000	0,979	0,979	4,526	Muito Baixa	4,546	Muito Baixa
Gurjão	0,982	0,989	0,979	0,989	0,983	0,991	0,969	0,970	0,970	0,960	0,978	0,978	3,028	Muito Baixa	3,062	Muito Baixa
Barra	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,910	0,901	0,000	0,000	4,090	Muito Baixa	4,099	Muito Baixa

	LINEAR 1	LINEAR 2
ESCALA GLOBAL	MUITO BAIXA	MUITO BAIXA

LINEAR 1 e 2	
Escala Global - IPDD	
Graus de Sustentabilidade Hídrica	
Muito Alta	$\Sigma < 1,5$
Alta	$1,5 \leq \Sigma < 2,0$
Média	$2,0 \leq \Sigma < 2,5$
Baixa	$2,5 \leq \Sigma < 3,0$
Muito Baixa	$\Sigma \geq 3,0$

Nota: $\Sigma \text{ Índices} = +\text{IADA} + \text{IADF} + \text{IADC} + \text{IAP} + \text{IUP} + \text{IUD} + 3 = \text{IPDD}$

Bacia do Rio Taperoá - PB

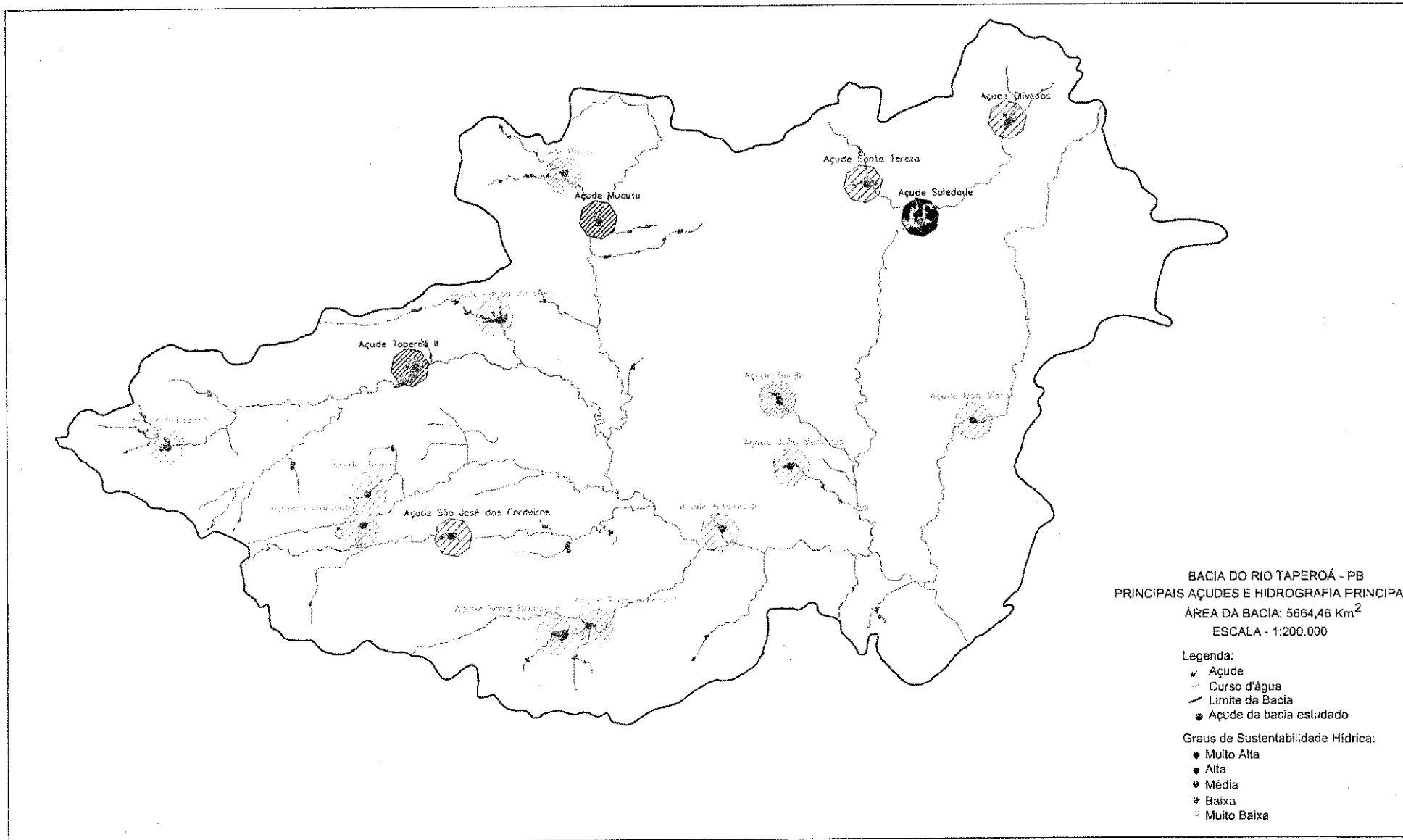


Figura 4.2 - IPDD (Indicador de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda) - Nível de Planejamento: Açude - Linear 1

Bacia do Rio Taperoá - PB

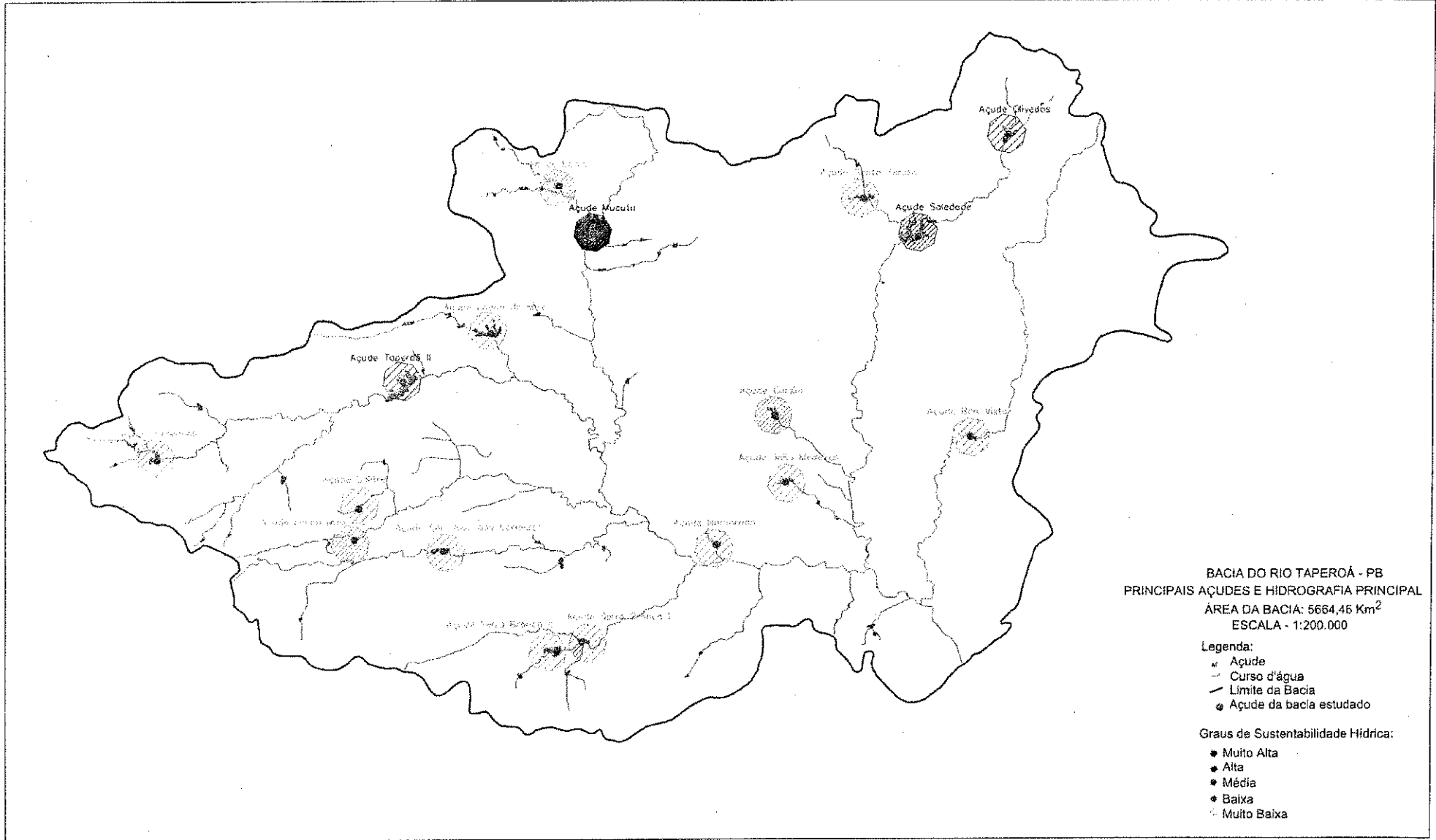


Figura 4.3 - IPDD (Indicador de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda) - Nível de Planejamento: Açude - Linear 2

A bacia do Taperoá apresentou um resultado numérico que oferece um valor correspondente a uma sustentabilidade muito baixa nas duas linearizações, segundo este nível de planejamento. Há, entretanto, alguns açudes para os quais os resultados mostram valores de sustentabilidade: Muito alta (Mucutu), Alta (Soledade e Taperoá II) e Baixa (Olivedos e Santa Tereza).

Fazendo uma análise comparativa entre o nível de planejamento bacia e açude, nota-se que o resultado para a bacia encobre algumas realidades. Se há uma necessidade de um estudo mais aprofundado da área, é conveniente que se analise cada açude que compõem a área estudada, e não apenas a bacia como um todo.

4.4.1.3. Nível de Planejamento: Sub-Bacia

Na Tabela 4.20, encontra-se os resultados gerados para o Nível de Planejamento: Sub-Bacia para o IPDD.

Nas Figuras 4.4 e 4.5 apresentam mapas para melhor visualização dos resultados do IPDD do Nível de Planejamento: Sub-Bacia, para os dois tipos de linearizações.

Para este nível de planejamento, o estudo foi realizado analisando-se cada sub-bacia, nas quais a bacia do Taperoá foi dividida. Realizou-se um somatório através da Equação 1, das médias dos índices por sub-bacias.

Diferentemente do segundo nível, o resultado para a bacia do Taperoá de acordo com o terceiro nível, divergiram entre o Linear 1 (muito baixa) e Linear 2 (baixa), segundo a escala global definida para este indicador. Isto mostra que ao se realizar um estudo no nível de sub-bacias do Taperoá, o grau de sustentabilidade obtido é muito baixo.

Pode-se notar que, enquanto os valores mínimos de cada índice estão relativamente bem distribuídos entre algumas sub-bacias, os maiores valores, estão de certa forma, concentrado nas outras.

O resultado mais uma vez difere bastante dos outros níveis, pois mostra que ao analisarmos a bacia através de sub-bacias, verifica-se uma outra realidade, de uma sustentabilidade muito baixa e baixa.

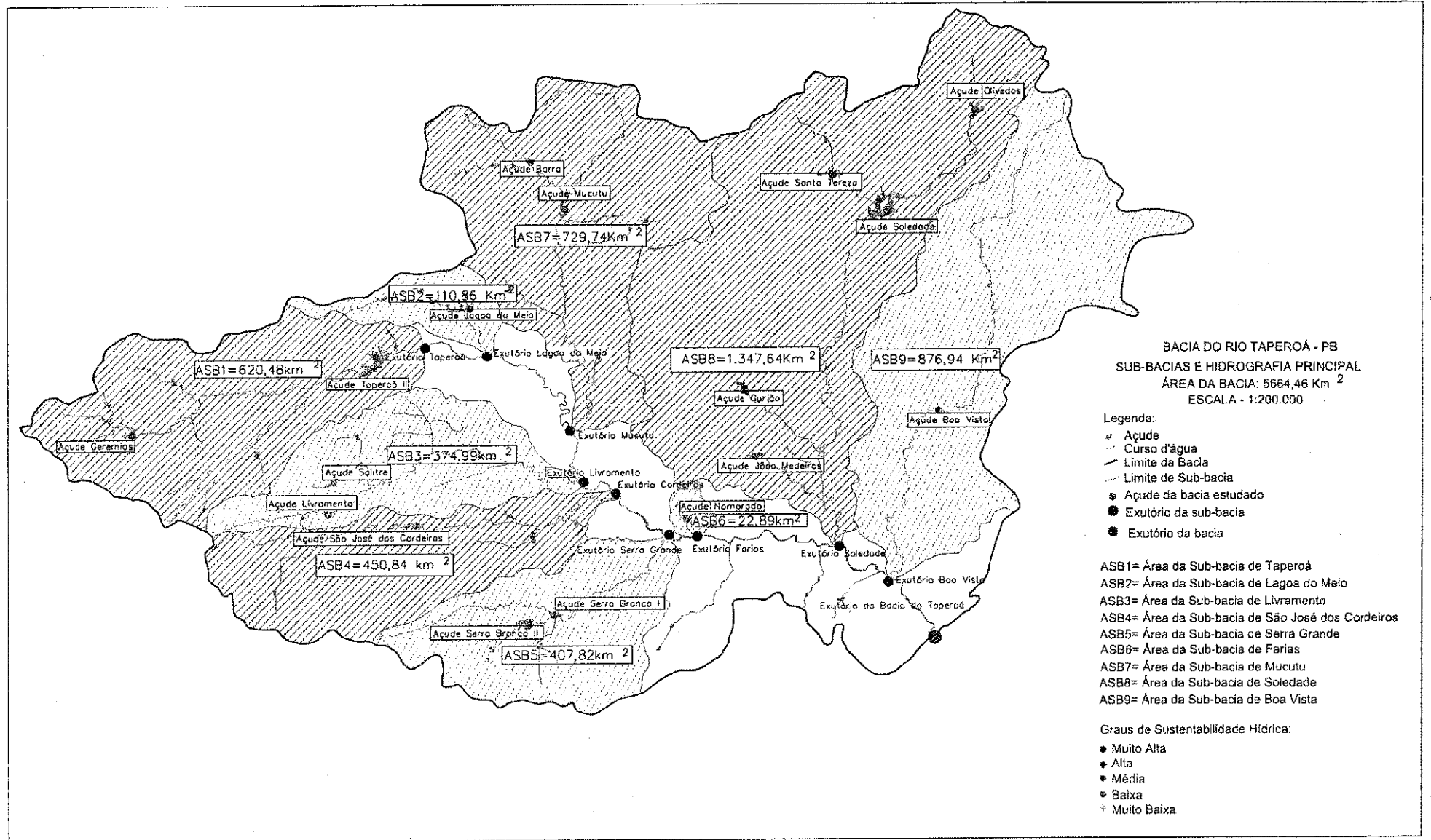
Tabela 4.20 - IPDD- Indicador de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda - Nivel de Planejamento: Sub-Bacia

Sub-bacias da Bacia do Tapera	Açúcar	IADA- LINEAR		IADP- LINEAR		IADC- LINEAR		IAP- LINEAR		IUP- LINEAR		IUR- LINEAR		Σ Índices = IPDD		ESCALA GLOBAL	ESCALA GLOBAL
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
1. Sub-bacia Tapera	Cereais	0,910	0,948	0,905	0,951	0,921	0,953	0,538	0,542	0,845	0,837	0,896	0,906	2,440	3,043	Baixa	Muito Baixa
	Tapera II	0,894	0,706	0,318	0,754	0,475	0,702	0,564	0,568	1,000	0,990	1,000	0,999				
2. Sub-bacia Lagoa do Meio	MÉDIA	0,702	0,827	0,712	0,853	0,698	0,839	0,551	0,555	0,923	0,914	0,908	0,908			Muito Baixa	Baixa
	Lagoa do Meio	0,918	0,952	0,923	0,961	0,914	0,951	0,490	0,495	0,808	0,800	0,995	0,995	3,462	2,652		
3. Sub-bacia Lavramento	Lavramento	0,981	0,989	0,983	0,990	0,984	0,991	0,439	0,445	0,000	0,000	0,979	0,979			Muito Baixa	Muito Baixa
	MÉDIA	0,845	0,910	0,840	0,918	0,868	0,925	0,336	0,362	0,881	0,872	0,908	0,908	3,923	4,033		
4. Sub-bacia Mucuru	Mucuru	0,913	0,949	0,910	0,954	0,926	0,958	0,398	0,404	0,441	0,436	0,989	0,989			Baixa	Muito Baixa
	MÉDIA	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,910	0,901	0,900	0,900	2,548	3,224		
5. Sub-bacia Cordeiros	Cordeiros	0,000	0,420	0,000	0,490	0,000	0,434	0,000	0,010	0,995	0,985	1,000	1,000			Baixa	Muito Baixa
	MÉDIA	0,509	0,710	0,500	0,745	0,500	0,717	0,509	0,585	0,953	0,943	0,500	0,500	2,985	2,985		
6. Sub-bacia Farias	Cordeiros	0,971	0,983	0,966	0,983	0,971	0,984	0,528	0,528	0,978	0,969	0,986	0,986			Baixa	Baixa
	MÉDIA	0,941	0,966	0,930	0,964	0,943	0,968	0,234	0,242	0,566	0,560	0,993	0,993	4,021	2,651		
7. Sub-bacia Serra Grande	Serra Grande	0,869	0,924	0,884	0,941	0,872	0,927	0,881	0,890	0,778	0,770	0,997	0,997	3,769	2,261	Muito Baixa	Baixa
	MÉDIA	0,941	0,966	0,930	0,964	0,943	0,968	0,234	0,242	0,566	0,560	0,993	0,993	4,021	2,651		
8. Sub-bacia Boa Vista	Boa Vista	0,982	0,989	0,979	0,989	0,983	0,991	0,969	0,970	0,970	0,960	0,978	0,978			Muito Baixa	Baixa
	MÉDIA	0,982	0,989	0,979	0,989	0,983	0,991	0,969	0,970	0,970	0,960	0,978	0,978	3,468	2,787		
9. Sub-bacia Sthelade	Sthelade	0,961	0,978	0,956	0,978	0,965	0,980	0,869	0,871	0,909	0,900	0,990	0,990			Baixa	Baixa
	MÉDIA	0,826	0,899	0,847	0,922	0,834	0,906	0,621	0,625	0,943	0,932	0,998	0,998	2,661	2,969		
MÉDIA	Sthelade	0,296	0,592	0,380	0,684	0,327	0,619	0,338	0,345	0,997	0,987	1,000	1,000			Baixa	Baixa
	MÉDIA	0,761	0,862	0,747	0,871	0,794	0,884	0,747	0,749	0,993	0,983	0,999	0,998			Baixa	Baixa
MÉDIA	Sthelade	0,765	0,864	0,782	0,880	0,781	0,876	0,709	0,712	0,964	0,955	0,993	0,993			Baixa	Baixa
	MÉDIA	0,765	0,864	0,782	0,880	0,781	0,876	0,709	0,712	0,964	0,955	0,993	0,993			Baixa	Baixa

LINEAR 1 e 2	
Escala Global - IPDD	
Graus de Sustentabilidade Hídrica	
Muito Alta	$\Sigma < 1,5$
Alta	$1,5 \leq \Sigma < 2,0$
Média	$2,0 \leq \Sigma < 2,5$
Baixa	$2,5 \leq \Sigma < 3,0$
Muito Baixa	$\Sigma \geq 3,0$

Nota 1: Σ Índices = IADA+IADP+IADC+IAP+IUP+IUR = IPDD

Bacia do Rio Taperoá - PB



Indicadores de Sustentabilidade como apoio à Gestão de Recursos Hídricos

Figura 4.4 - IPDD (Indicador de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda) - Nível de Planejamento: Sub-Bacia - Linear 1

Bacia do Rio Taperoá - PB

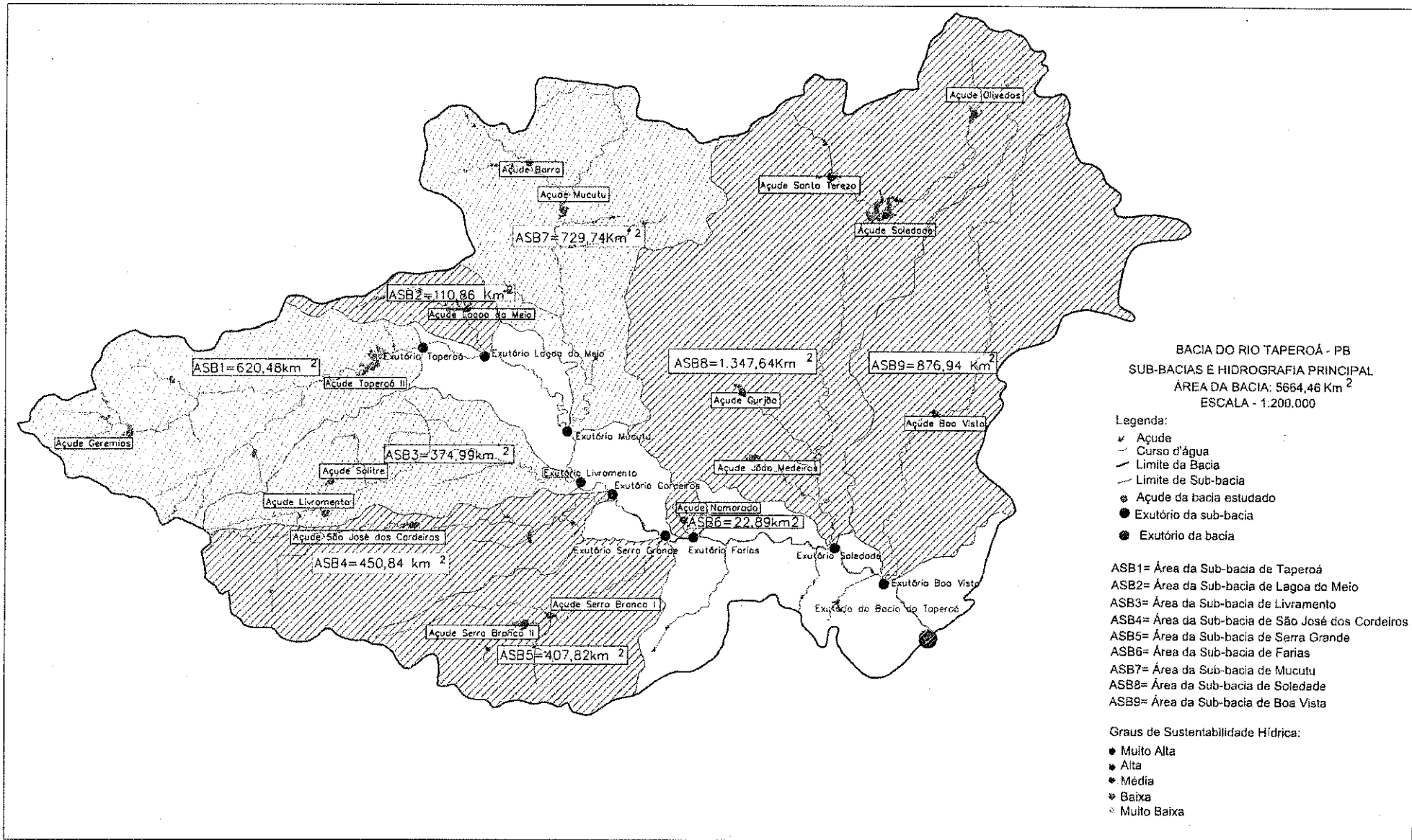


Figura 4.5 - IPDD (Indicador de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda) - Nível de Planejamento: Sub-Bacia - Linear 2

4.4.1.4. Nível de Planejamento: Sub-Bacia e Município

Na Tabela 4.21, encontram-se os resultados gerados para o Nível de Planejamento: Sub-Bacia e Município para o IPDD.

Nas Figuras 4.6 e 4.7 apresentam-se mapas para melhor visualização dos resultados do IPDD do Nível de Planejamento: Sub-Bacia e Município, para as duas linearizações.

Para este nível de planejamento, o estudo foi realizado analisando-se cada sub-bacia e os municípios que esta abrangem, em todo território pertencente a Bacia do Taperoá. A porcentagem da área de cada município dentro de cada sub-bacia a que pertence, foi utilizada neste nível, fazendo, portanto uma média ponderada para achar os valores médios dos índices por sub-bacia e depois realizar a soma através da Equação 1.

Novamente estes valores diferem para as duas linearizações. Para o Linear 1 o resultado é de baixa e o Linear 2 , muito baixa sustentabilidade.

Tabela 4.21 - IPDD - Indicador de Patenciabilidade, Disponibilidade e Demanda - Nivel de Planejamento: Sub-Bacia e Município

Subdivisão da Unidade Federativa	Área (km²)	População (hab.)	Município	Vazão (m³/s)	Vazão (m³/s)	Vazão (m³/s)		Vazão (m³/s)		Vazão (m³/s)		Vazão (m³/s)		Vazão (m³/s)		ESCALA GLOBAL	ESCALA GLOBAL	ESCALA GLOBAL
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1. Sub-bacia Tapera	118,48	118,48	Tapera	118,48	118,48	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
						118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48
2. Sub-bacia Tapera do Meio	118,48	118,48	Tapera	118,48	118,48	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
						118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48
3. Sub-bacia Ipiranga	118,48	118,48	Ipiranga	118,48	118,48	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
						118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48
4. Sub-bacia Açu	118,48	118,48	Açu	118,48	118,48	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
						118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48
5. Sub-bacia União	118,48	118,48	União	118,48	118,48	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
						118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48
6. Sub-bacia Foz de Iguaçu	118,48	118,48	Foz de Iguaçu	118,48	118,48	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
						118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48
7. Sub-bacia São Carlos	118,48	118,48	São Carlos	118,48	118,48	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
						118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48
8. Sub-bacia Foz de Iguaçu	118,48	118,48	Foz de Iguaçu	118,48	118,48	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
						118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48
9. Sub-bacia Foz de Iguaçu	118,48	118,48	Foz de Iguaçu	118,48	118,48	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
						118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48
10. Sub-bacia Foz de Iguaçu	118,48	118,48	Foz de Iguaçu	118,48	118,48	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
						118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48

1. Sub-bacia Foz de Iguaçu	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48
2. Sub-bacia Foz de Iguaçu	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48
3. Sub-bacia Foz de Iguaçu	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48
4. Sub-bacia Foz de Iguaçu	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48
5. Sub-bacia Foz de Iguaçu	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48
6. Sub-bacia Foz de Iguaçu	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48
7. Sub-bacia Foz de Iguaçu	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48
8. Sub-bacia Foz de Iguaçu	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48
9. Sub-bacia Foz de Iguaçu	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48
10. Sub-bacia Foz de Iguaçu	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48	118,48

Nota: E Indica = 1 (BOM) 2 (BUENO) 3 (REGULAR) 4 (MÁ) 5 (PÉSSIMO)

Bacia do Rio Taperoá - PB

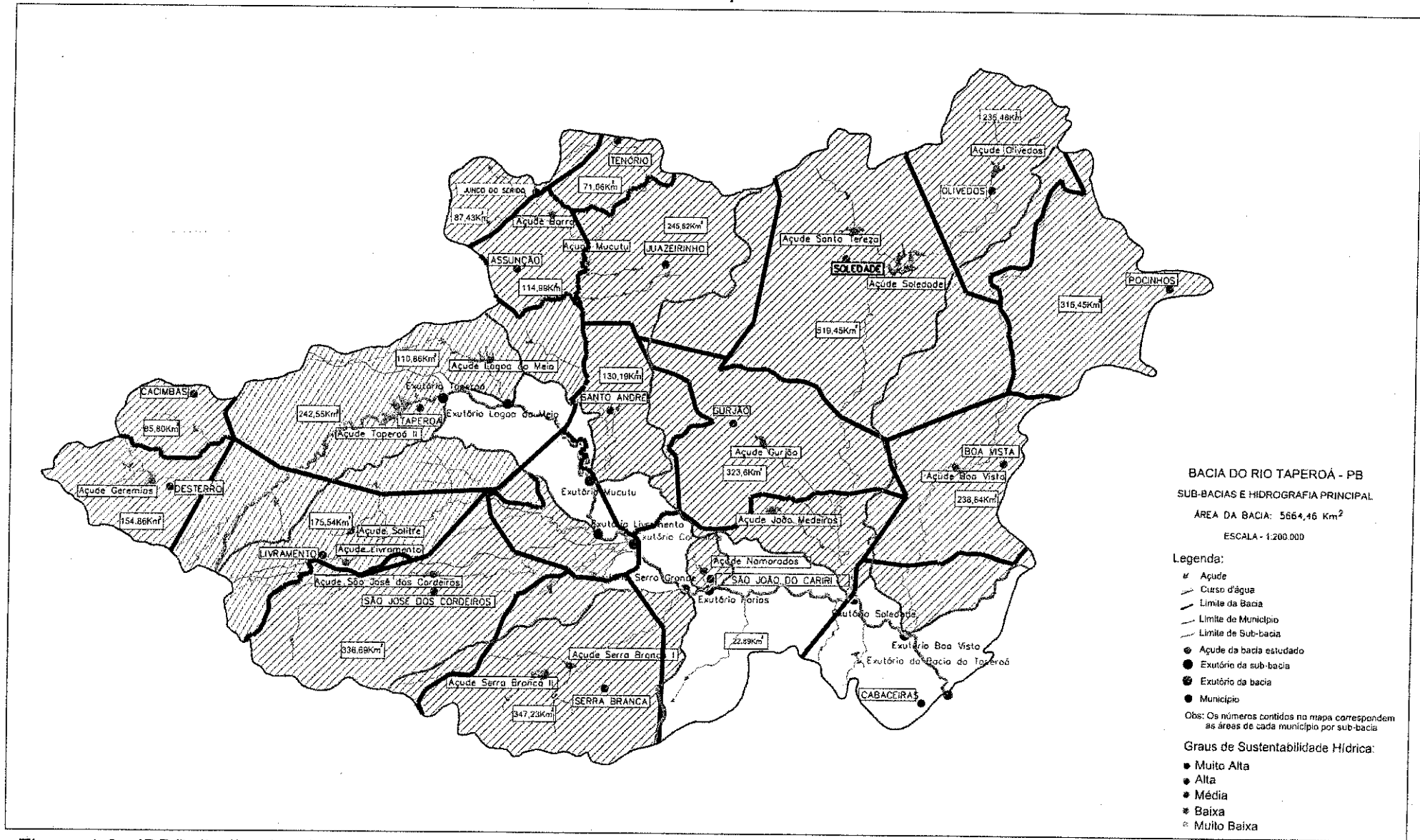


Figura 4.6 - IPDD (Indicador de de Potencialidade, Disponibilidade e Demanda) - Nível de Planejamento: Sub-Bacia e Município - Linear 1

4.4.2. Indicador de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos (IGRH)

O indicador de IGRH é subjetivo, a partir de toda uma análise feita sobre o estágio de gestão na bacia em estudo. Para o IGRH foram considerados os seguintes níveis de planejamento: -bacia e sub-bacia e municípios.

Esse indicador engloba: ICBH (Índice de Comitê de Bacia Hidrográfica), IO (Índice de Outorga) e IC (Índice de Cobrança).

Existe uma boa articulação para as soluções de ações relacionadas à gestão de recursos hídricos na bacia analisada. Apesar de ter muitas associações desativadas por falta de apoio financeiro, todos têm um notório conhecimento, atuação e participação do comitê. Formam-se fóruns de discussões da sociedade de um modo geral. O maior desempenho dos atores para debate sobre a gestão acontece quando se trata de problemas diários e de interesses da comunidade, urgência em poluição dos rios, escassez de água e outros. O grande interesse numa mobilização adequada é para que se tenha uma boa comunicação social. Futuramente pretende-se ter um bom sistema de cadastramento de usuários como forma de melhoramento de articulação do Comitê. O que está faltando no momento é uma maior motivação política com relação a visibilidade do Comitê de Bacias Hidrográficas. O Comitê do Paraíba o qual a Bacia do Taperoá faz parte está em processo de instalação.

O IO foi determinado a partir do estudo da Outorga, a qual foi emitida para algumas pessoas físicas e para as concessionárias responsáveis pela distribuição da água. O IC foi analisado a partir do instrumento de Cobrança que está em processo de discussão na Paraíba.

4.4.2.1 Nível de Planejamento: Bacia

A Tabela 4.22 encontra-se os resultados gerados para o Nível de Planejamento: Bacia para o IGRH. A Figura 4.8 apresenta um mapa para melhor visualização dos resultados do IGRH do Nível de Planejamento: Sub-Bacia e Município.

Tabela 4.22 - IGRH - Indicador de Desempenho do Gerenciamento dos Recursos Hídricos - Nível de Planejamento: Bacia	
BACIA DO RIO TAPERÓIA	ICBH - IO - IC
	ESCALA GLOBAL
	MÉDIA

ESCALA GLOBAL	
UNIAO DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HIDRICOS = IGRH	
Muito Alta	Comitê, Outorga e Cobrança em pleno funcionamento na bacia , gerando alta redução da demanda
Alta	Comitê, Outorga e Cobrança atuando há alguns anos , gerando pouca redução da demanda
Média	Comitê, Outorga e Cobrança, um ou mais dos três implementados recentemente. porém com problemas no funcionamento
Baixa	Comitê, Outorga e Cobrança propostos em lei, em processo de instalação
Muito Baixa	Nenhuma ação no sentido de aplicação dos instrumentos: comite, outorga e cobrança, na bacia

Bacia do Rio Taperoá - PB

Indicadores de Sustentabilidade como apoio a Gestão de Recursos Hídricos

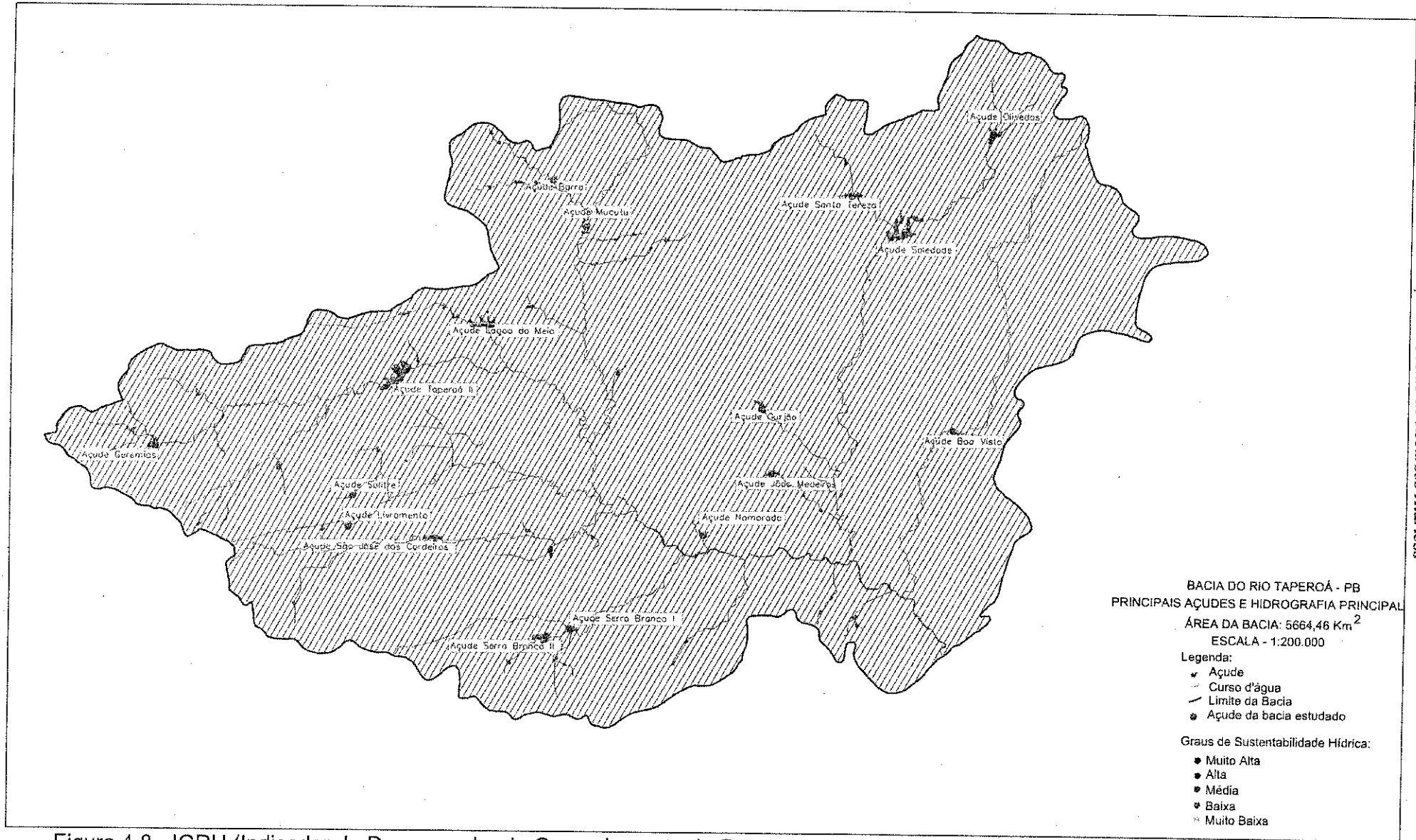


Figura 4.8 - IGRH (Indicador de Desempenho do Gerenciamento de Recursos Hídricos) - Nível de Planejamento: Bacia

Quanto a este nível de planejamento o indicador de eficiência e uso da água, teve como resultado uma média sustentabilidade, de acordo com a escala global estabelecida para o IGRH. Como a Bacia do Taperoá faz parte da Bacia do Paraíba, só existe a presença de um comitê, e, portanto a situação da outorga e cobrança é comum em toda a bacia independente do nível de planejamento aplicado. A escala global formulada para o IGRH é composta de cinco fases que caracterizam bem a real situação dos instrumentos de gestão na Bacia do Taperoá.

4.4.2.2. Nível de Planejamento: Sub-bacia e Município

Semelhante ao nível anterior, a bacia possui uma baixa sustentabilidade quanto ao IGRH.

A Tabela 4.23 encontra-se os resultados gerados para o Nível de Planejamento: Sub-Bacia e Município para o IGRH. A Figura 4.9 apresenta um mapa para melhor visualização dos resultados do IGRH do Nível de Planejamento: Sub-Bacia e Município.

4.4.3. Indicador de Eficiência de Uso da Água (IEUA)

Esse indicador engloba: IDAP (Índice de Domicílios Atendidos por Poços), IDASA (Índice de Domicílios Atendidos por Sistema de Abastecimento de Água), ILE (Índice de Ligações de Esgoto), ITE (Índice de Tratamento de Esgoto), ITRS (Índice de Tratamento de Resíduos Sólidos), IPAR (Índice de Perdas de Água na Rede).

Os indicadores de IEUA são calculados a partir da média ponderada dos índices que os compõem. Posteriormente, realiza-se uma análise desses indicadores aplicando níveis de planejamento (por bacia e sub-bacia e município) diferentes.

4.4.3.1. Nível de planejamento: Bacia

Para este nível de planejamento o IEUA, o qual contempla o monitoramento de utilização da água, foi realizado analisando-se a bacia como um todo. Para a Bacia do Taperoá, a sustentabilidade é baixa. A maioria dos município da bacia estão com vinte ou trinta por cento do total, com os setores de infra-estrutura em condições péssimas de funcionamento.

Tabela 4.23 - IGRH - Indicador de Desempenho do Gerenciamento dos Recursos Hídricos - Nível de Planejamento: Sub-Bacia e Município		
SUB-BACIAS DO RIO TAPEIRA	Municípios	ICBII - IO - IC
		ESCALA GLOBAL
1. Sub-bacia Taperoá	Caçanhas Desterro Taperoá	MÉDIA
2. Sub-bacia Lagoa do Meio	Tapera	
3. Sub-bacia Livramento	Livramento	
4. Sub-bacia Mucutu	Turadão	
	Juazeirinho	
	São João	
	Juazeirinho	
	Assunção	
5. Sub-bacia Curdeiros	Jacaré dos Saradís	
6. Sub-bacia Forlax	São João do Cariri	
7. Sub-bacia Serra Grande	Serra Branca	
8. Sub-bacia Boa Vista	Boa Vista	
	Princesa	
	Guajará	
9. Sub-bacia Solitude	Solitude	
	Oliveira	

ESCALA GLOBAL	
UNIAO DOS INSTRUMENTOS DE GESTAO DE RECURSOS HIDRICOS - IGRH	
Muito Alta	Comitê, Outorga e Cobrança em pleno funcionamento na bacia , gerando alta redução da demanda
Alta	Comitê, Outorga e Cobrança atuando há alguns anos , gerando pouca redução da demanda
Média	Comitê, Outorga e Cobrança, um ou mais dos três implementadas recentemente, porém com problemas no funcionamento
Baixa	Comitê, Outorga e Cobrança prepostos em lei, em processo de instalação
Muito Baixa	Nenhuma ação no sentido de aplicação dos instrumentos: comite, outorga e cobrança, na bacia

Bacia do Rio Taperoá - PB

Indicadores de Sustentabilidade como apoio à Gestão de Recursos Hídricos

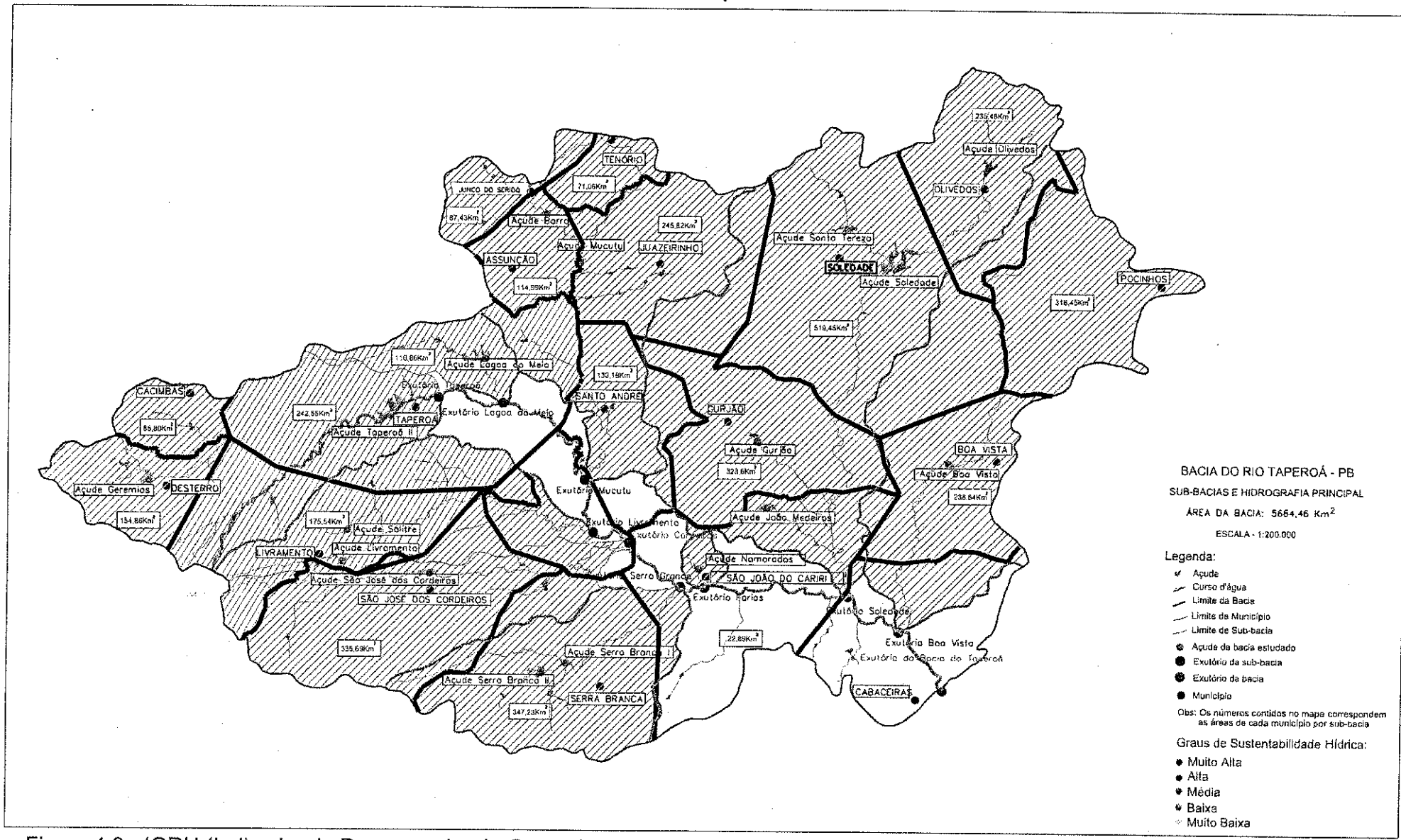


Figura 4.9 - IGRH (Indicador de Desempenho do Gerenciamento de Recursos Hídricos) - Nível de Planejamento: Sub-Bacia e Município

A Tabela 4.24 encontra-se os resultados gerados para o Nível de Planejamento: Bacia para o IEUA. A Figura 4.10 apresenta um mapa para melhor visualização dos resultados do IEUA do Nível de Planejamento: Bacia.

4.4.3.2. Nível de Planejamento: Sub-bacia e Município

Para este nível de planejamento, o IEUA, foi analisado por cada município. Semelhante ao nível de planejamento por bacia, a sustentabilidade é baixa. Em alguns municípios, porém, verificou-se uma média sustentabilidade. Isto se deveu ao fato de inserir o valor da área na média ponderada realizada para a obtenção deste indicador, pois municípios com áreas maiores têm maior destaque que os de menor área e vice-versa.

A Tabela 4.25 encontra-se os resultados gerados para o Nível de Planejamento: Sub-Bacia e Município para o IEUA. A Figura 4.11 apresenta um mapa para melhor visualização dos resultados do IEUA do Nível de Planejamento: Sub-Bacia e Município.

Na Tabela 4.26 consta todo o resultado final gerado para Bacia do Taperoá, tanto por índice, quanto por indicadores.

Tabela 4.24 - IEUA - Indicador de Eficiência do Uso da Água - Nível de Planejamento: Bacia

Município	IDAP(%)	IDASA(%)	ILE(%)	ITE(%)	ITRS(%)	IPAR(%)
Cacimbas	27,4	24,9	0,7	0,7	19,9	-
Desterro	9,6	56,8	22,0	22,0	46,8	88,6
Taperoá	11,1	56,5	57,8	57,8	59,5	69,6
Livramento	7,4	33,2	7,3	7,3	27,6	59,8
Tenório	1,8	51,6	9,5	9,5	27,5	-
Juazeirinho	9,0	0,3	32,4	32,4	47,9	33,8
Santo André	8,6	0,0	4,3	0,0	24,2	-
Assunção	26,7	50,6	42,3	42,3	72,5	-
Junco do Seridó	8,4	63,0	39,5	39,5	60,1	48,1
São José dos Cordeiros	32,6	35,8	4,7	4,6	34,6	48,0
São João do Cariri	40,3	42,3	29,3	29,3	43,8	56,8
Serra Branca	19,7	0,1	8,3	8,3	50,5	64,8
Boa Vista	20,3	0,0	2,2	0,0	46,9	49,3
Pocinhos	10,7	44,7	21,4	21,4	50,6	67,2
Gurjão	11,4	60,9	7,2	7,2	61,6	53,8
Soledade	6,2	28,2	56,8	56,8	68,5	61,9
Olivedos	0,9	30,7	14,7	14,7	43,9	60,4
BACIA DO TAPEROÁ	MÉDIA					
	14,8	34,1	21,2	20,8	46,3	58,6

MÉDIA DOS ÍNDICES
32,6
ESCALA GLOBAL
BAIXA

Escala Global	
Média dos Índices = IEUA	
Graus de Sustentabilidade Hídrica	
Muito Alta	Média dos Índices ≥ 80
Alta	$60 \leq$ Média dos Índices < 80
Média	$40 \leq$ Média dos Índices < 60
Baixa	$20 \leq$ Média dos Índices < 40
Muito Baixa	Média dos Índices < 20

Nota 1: O valor do IPAR para a análise da escala global (referente aos graus de sustentabilidade hídrica) é calculado: 1 - valor do índice IPAR.

Bacia do Rio Taperoá - PB

Indicadores de Sustentabilidade como apoio à Gestão de Recursos Hídricos

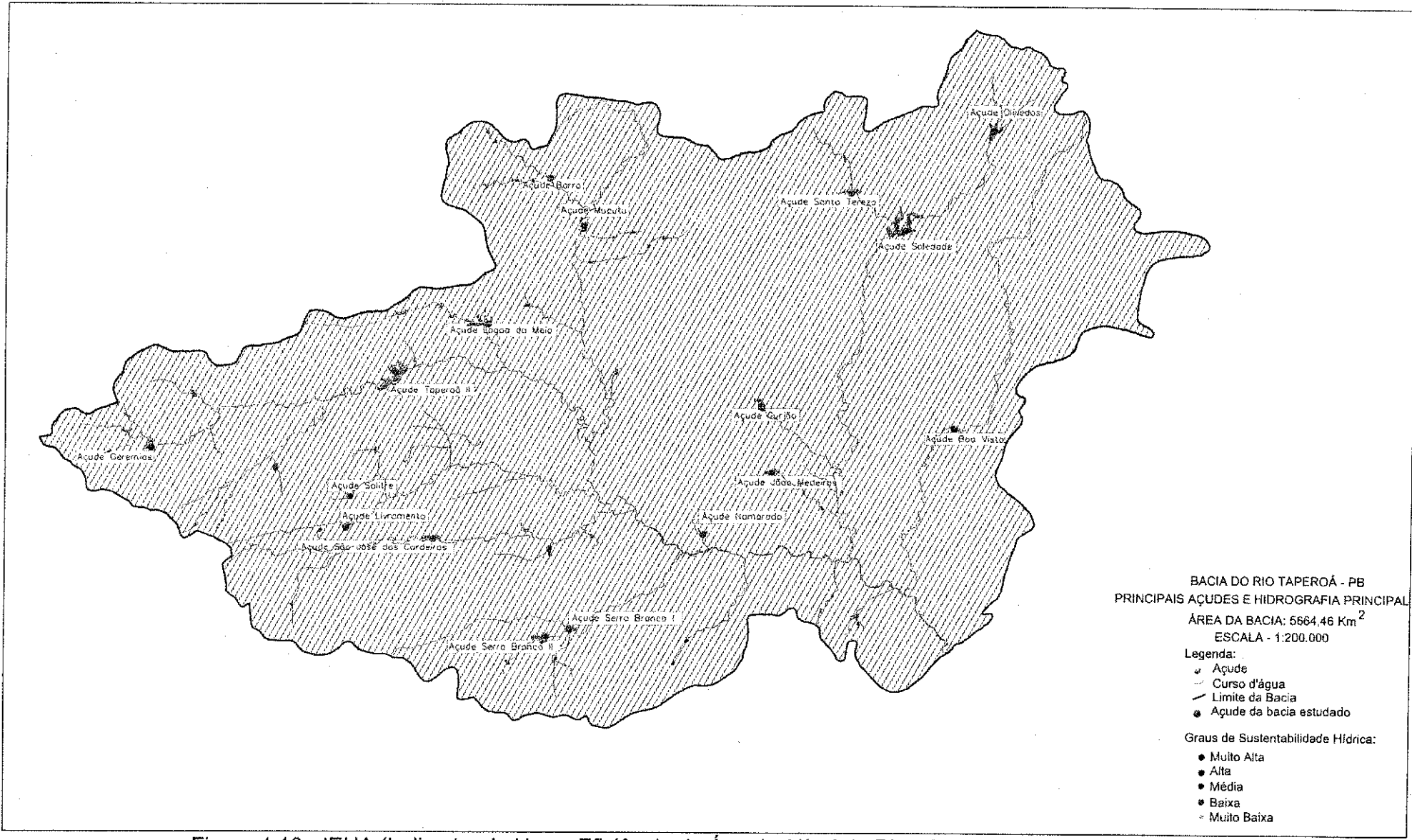


Figura 4.10 - IEUA (Indicador de Uso e Eficiência da Água) - Nível de Planejamento: Bacia

Tabela 4.25 - IEUA - Indicador de Eficiência de Uso da Água - Nível de Planejamento - Sub-Bacia e Município

Sub-bacias da Bacia do Taperoá	Área Sub-bacia(Km2)	Município	Área Total dos Municípios(Km2)	Área dos Municípios na Sub-bacia(Km2)	Percentual da Área do Município na Sub-Bacia(%)	IDAP(%)	IDASA(%)	ILE(%)	ITE(%)	ITRS(%)	IPAR(%)	MÉDIA DOS ÍNDICES = IEUA	
												IEUA(%)	ESCALA GLOBAL
1. Sub-bacia Taperoá	620,48	Cacimbas	142,93	85,80	14	27,4	24,9	0,7	0,7	18,9	-	39,26	Baixa
		Desteno	179,36	154,86	23	9,6	56,8	22,0	22,0	46,9	88,6		
		Taperoá	639,96	242,55	39	11,1	56,5	57,8	57,8	59,5	69,6		
2. Sub-bacia Lagoa do Meio	110,86	Taperoá	639,96	110,86	100	11,1	56,5	57,8	57,8	59,5	69,6	52,06	Média
3. Sub-bacia Livramento	374,99	Livramento	283,16	175,54	47	7,4	33,2	7,3	7,3	27,6	59,8	23,75	Baixa
4. Sub-bacia Mucutu	729,74	Tejuriú	105,27	71,06	10	1,8	51,6	9,5	9,5	27,5	-	27,83	Baixa
		Juazeirinho	467,53	245,82	34	9,0	0,3	32,4	32,4	47,9	33,8		
		Santo André	225,17	130,19	18	8,6	0,0	4,3	0,0	24,2	-		
		Juazeirinho	407,53	245,82	34	9,0	0,3	32,4	32,4	47,9	33,8		
		Assunção	126,43	114,99	16	26,7	50,6	42,3	42,3	72,5	-		
		Imizo do Seridó	170,42	87,43	12	8,4	63,0	39,5	39,5	60,1	48,1		
5. Sub-bacia Cordeiros	450,84	São José dos Cordeiros	417,74	330,69	75	32,6	35,8	4,7	4,6	34,6	48,0	26,72	Baixa
6. Sub-bacia Farias	22,89	São João do Cariri	701,86	22,89	100	40,3	42,3	29,3	29,3	43,8	56,8	40,30	Média
7. Sub-bacia Serra Grande	407,82	Serra Branca	737,74	347,23	85	19,7	0,1	8,3	8,3	50,5	64,8	25,27	Baixa
8. Sub-bacia Boa Vista	876,94	Boa Vista	476,54	238,64	27	20,3	0,0	2,2	0,0	46,9	49,3	29,02	Baixa
		Pocinhos	629,52	316,45	36	10,7	44,7	21,4	21,4	50,6	67,2		
9. Sub-bacia Soledade	1347,64	Gurjão	343,21	323,6	24	11,4	60,9	7,2	7,2	61,6	53,8	39,80	Baixa
					24	11,4	60,9	7,2	7,2	61,6	53,8		
		Soledade	560,06	519,45	39	6,2	28,2	56,8	56,8	68,5	61,9		
		39	6,2	28,2	56,8	56,8	68,5	61,9					
		Olivedos	317,0	235,48	17	0,9	30,7	14,7	14,7	43,9	60,4		
		17	0,9	30,7	14,7	14,7	43,9	60,4					

ESCALA GLOBAL
BAIXA

Escala Global	
Média dos Índices = IEUA	
Graus de Sustentabilidade Hídrica	
Muito Alta	Média dos Índices >=80
Alta	60 <= Média dos Índices <80
Média	40 <= Média dos Índices <60
Baixa	20 <= Média dos Índices <40
Muito Baixa	Média dos Índices <20

Nota 1: O valor do IPAR para a análise da escala global (referente aos graus de sustentabilidade hídrica) é calculado: 1 - valor do índice IPAR.

Bacia do Rio Taperoá - PB

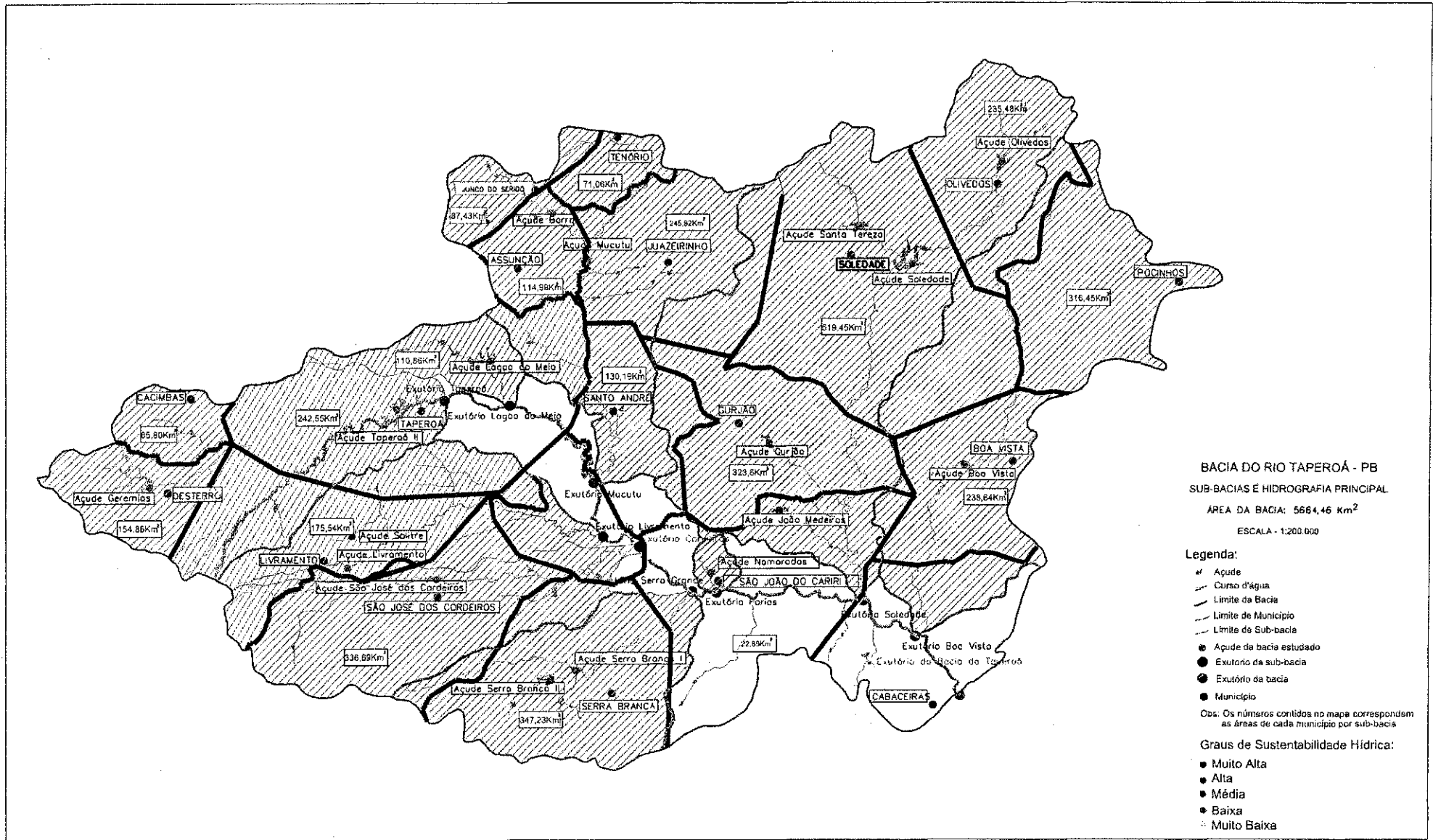


Figura 4.11 - IUEA (Indicador de Uso e Eficiência da Água) - Nível de Planejamento: Sub-Bacia e Município

Tabela 4.26 – Resultados dos Indicadores e Índices de Sustentabilidade Hídrica Selecionados para a Bacia do Taperoá

RESULTADOS QUANTO AO GRAU DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA	
INDICADORES	ÍNDICES
Potencialidade, Disponibilidade e Demanda (IPDD)	<ul style="list-style-type: none"> - Índice de Abastecimento da Demanda Atual – IADA - Muito Baixo - Índice de Abastecimento da Demanda Futura – IADF – Muito Baixo - Índice de Abastecimento da Demanda Controlada – IADC – Muito Baixo - Índice de Ativação das Potencialidades – IAP - Médio - Índice de Utilização das Potencialidades -- IUP - Muito Alto - Índice de Utilização das Disponibilidades – IUD – Muito Baixo
Níveis de Planejamento e Graus de Sustentabilidade Hídrica	Açude: Linear: Muito Baixa
	Bacia: Linear 1: Muito Baixa – Linear 2: Muito Baixa
	Sub-Bacia: Linear 1: Muito Baixa – Linear 2: Baixa
	Sub-Bacia e Município: Linear 1: Baixa – Linear 2: Muito Baixa
Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos (IGRH)	<ul style="list-style-type: none"> - Índice de Comitês de Bacia Hidrográfica – ICBH - Baixo - Índice de Outorga – IO - Médio - Índice de Cobrança – IC - Baixo
Níveis de Planejamento e Graus de Sustentabilidade Hídrica	Sub-Bacia: Média
	Sub-Bacia e Município: Média
Eficiência de Uso da Água (IEUA)	<ul style="list-style-type: none"> - Índice de Domicílios Atendidos por Poços – IDAP – Muito Baixo - Índice de Domicílios Atendidos por Sistema de Abastecimento de Água – IDASA - Médio - Índice de Ligações de Esgoto – ILE – Muito Baixo - Índice de Tratamento de Esgoto – ITE – Muito Baixo - Índice de Tratamento de Resíduos Sólidos – ITRS - Médio - Índice de Perdas de Água na Rede – IPAR - Médio
Níveis de Planejamento e Graus de Sustentabilidade Hídrica	Sub-Bacia: Baixa
	Sub-Bacia e Município: Baixa

4.5. Análise por indicador e nível de planejamento

Para cada nível de planejamento adotado para os indicadores, foi possível identificar um resultado quanto à sustentabilidade hídrica da bacia, através dos graus da escala global (muito alta, alta, média, baixa e muito baixa). Foram obtidos oito resultados: quatro para o IPDD, dois para o IGRH e dois para o IEUA.

Na busca da sustentabilidade, o gerenciamento racional e competente dos recursos hídricos tem sido apontado como uma condição indispensável. No caso do Semi-Árido Paraibano, há vários desafios a se enfrentar: a participação da sociedade nas decisões, a formação de recursos humanos, a interferência entre açudes, a disponibilidade bem menor do que a demanda, a questão da pequena ou grande açudagem, a falta de uma política de gestão adequada, a indispensável construção de um sistema confiável de abastecimento de água de boa qualidade e de um sistema de esgotamento sanitário e outros.

Diante deste contexto, foi possível realizar a análise dos resultados finais através de duas formas.

4.5.1. Análise 1: Individual dos indicadores

Fez-se uma análise dos resultados individuais de cada indicador por cada nível de planejamento, estabelecendo ações de gestão de recursos hídricos, que poderão ser utilizadas por tomadores de decisão, visando melhorar a situação da bacia.

Os quatro níveis de planejamento considerados para o Indicador de Potencialidade Disponibilidade e Demanda (IPDD) resultaram na sua maioria, em graus de sustentabilidade baixa e muito baixa. Esta ocorrência pouco favorável para a bacia, deveu-se em grande parte a demanda ser bem superior à disponibilidade de água ou o potencial da bacia não está ainda totalmente ativado. Porém, como a bacia foi analisada de uma forma geral, na escala macro (bacia) e escalas micros (açude, sub-bacia e município), verificou-se que em alguns casos específicos obtiveram graus variando de muito alto a médio, diferenciando do resultado geral, como por exemplo, nos açudes, Mucutu, Soledade e Taperoá II os quais possuem uma

disponibilidade e potencialidade alta comparada ao restante dos açudes da bacia. Nestes casos, a demanda é satisfatoriamente abastecida, porém se não ocorrer um uso racional, essa situação momentaneamente favorável, em pouco tempo será contrária.

Este estudo mostrou que, no geral, a bacia do Taperoá, apresenta situação crítica com respeito abastecimento ou atendimento das demandas, e devido a isso, algumas ações de gestão devem cada vez mais ser adotadas, como:

- redução da demanda em toda a bacia;

- diminuição da evaporação dos açudes, através da redução dos espelhos d'água. Intrinsecamente, a estes dois últimos problemas esta a deficiência das potencialidades e disponibilidades da bacia em estudo, em que apenas 28% do potencial hídrico da unidade de planejamento está ativado;

- aumentar a eficiência do gerenciamento das águas para atendimento da demanda, visando diminuir os conflitos gerados por esta deficiência;

- usos adequados dos estoques de água (estratégia correta de gerenciamento), pois dessa forma podem proporcionar a sustentabilidade aos sistemas hídricos;

- regularizar a máxima quantidade de águas dentro das limitações da natureza e da economia, visando uma política de estratificação de reservatório, para diferentes níveis de garantia, garantindo um volume no açude, a partir do qual a retirada seria reduzida e destinada, somente aos usos mais nobres.

O Indicador de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos (IGRH), mostrou uma média sustentabilidade para a bacia, pois apesar do comitê não está instalado, e a cobrança não está sendo aplicada, algumas outorgas já foram emitidas.

Sabe-se que o principal problema do semi-árido não é a total falta de água e sim a questão de como conservar e dar uso racional à água. O embasamento científico desta afirmação obteve-se através da utilização desses indicadores. Várias ações de gestão ajudariam a melhorar a sustentabilidade da bacia:

- implementar a política de gerenciamento dos recursos hídricos, aplicando de forma correta a fiscalização dos instrumentos de gestão (outorga, enquadramento, cobrança de uso da água e outros), ocorrendo provavelmente uma economia de água;

- melhorar a educação ambiental, pois parte da sociedade tem conhecimento, mas não tem consciência em relação aos recursos hídricos;

- a partir da análise dos múltiplos usos possíveis nos açudes e dos conflitos entre estes usos, devem ser traçadas diretrizes para uma maior eficiência nos usos dos principais açudes da bacia, juntamente com os dos micros açudes.

O Indicador de Eficiência de Uso da Água (IEUA) mostrou pela escala global adotada uma baixa sustentabilidade. Na bacia existe um sistema de abastecimento de água, uma rede de esgotamento sanitário, um sistema de tratamento e quantidade de perdas, não favoráveis ao atendimento a demanda requerida.

Devido ao alto grau de poluição diária que afeta a maior parte dos rios e açudes da bacia, a população está sofrendo com a falta de água potável para seu consumo. Como resultado desse processo, torna-se indispensável à iniciativa de gerar ações de gestão tais como:

- a construção de um sistema confiável de abastecimento de água de boa qualidade e de um ótimo sistema de esgotamento sanitário;

- projetos relacionados à integridade dos mananciais de água, pois é essencial garantir principalmente, o abastecimento ao público em qualidade e quantidade suficientes aos usuários.

4.5.2. Análise 2: Níveis de planejamento comuns entre os indicadores

A necessidade da consideração de diversas dimensões e a busca por uma atuação sistêmica requer dos especialistas e gestores, a superação de seus limites de atuação, exigindo maior interação e colaboração. Como a sustentabilidade envolve muitos fatores, um dos grandes desafios é estabelecer fundamentos conceituais para determinar a hierarquia dos indicadores diante da gestão de recursos hídricos, visando cada vez mais, melhorias para a bacia analisada.

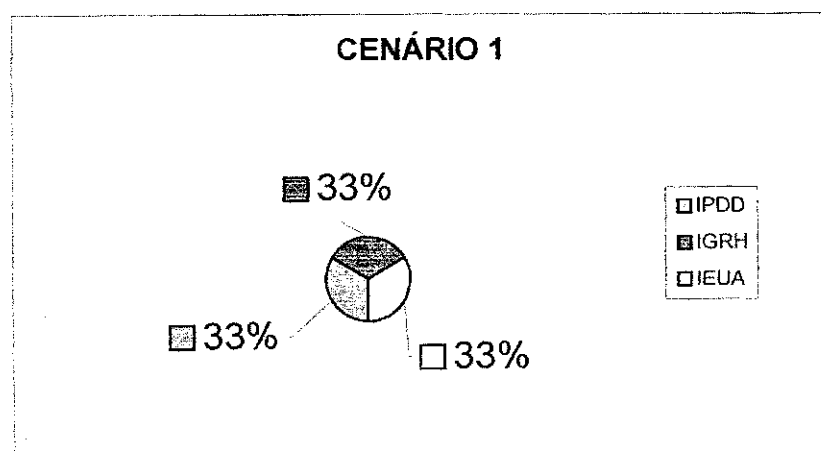
Após o resultado gerado pelos indicadores de sustentabilidade hídrica selecionados neste estudo (IPDD, IGRH e IEUA), várias questões começam a surgir: Que peso dar a cada indicador? Como determinar que um tem maior importância do que o outro na gestão de recursos hídricos, do ponto de vista da sustentabilidade hídrica da bacia? Indicadores de potencialidade, disponibilidade e demanda têm o mesmo peso que os referentes à gestão ou ao uso e eficiência da

água? O entendimento de que toda ação, por menor que seja, pode ter efeitos consideráveis, e muitas vezes irreversíveis, enfatizada pela atual situação da bacia, provoca o surgimento da necessidade de se estudar o que realmente está ruim, ou seja, detectar os problemas, permitindo dessa forma estabelecer mudanças de políticas e ações de gestão.

Nesta análise buscou-se comparar os resultados dos níveis de planejamento comuns entre os indicadores selecionados. Para esta comparação realizaram-se alguns cenários de ponderação diferenciados entre si, pela importância de cada um dos indicadores na gestão de recursos hídricos. A partir dessa avaliação pode-se ter uma idéia do cenário (ou cenários) mais sustentável (ou sustentáveis) referente à bacia hidrográfica em estudo, e estabelecer um diagnóstico da situação da bacia quanto à sustentabilidade hídrica. A decisão dos cenários deve ser feita pelos membros do Comitê de Bacia. Quatro cenários foram simulados, os quais estão descritos a seguir.

4.5.2.1. Cenário 1

1º CENÁRIO				
INDICADORES	SIGLA	Nível de Planejamento	ESCALA GLOBAL	PERCENTAGEM
Potencialidade, Disponibilidade e Demanda	IPDD	Bacia	MUITO BAIXA	33%
		Sub-bacia e Município	BAIXA	
Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos	IGRH	Bacia e Sub-bacia e Município	MEDIA	33%
Eficiência de Uso da Água	IEUA	Bacia e Sub-bacia e Município	BAIXA	33%

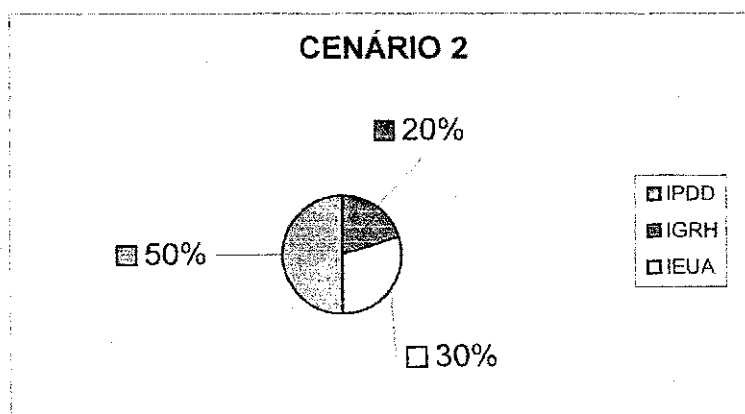


A bacia do Taperoá foi considerada com uma sustentabilidade muito baixa para o nível de planejamento bacia e baixa para sub-bacia e município, perante o indicador IPDD. Média para o IGRH e baixa para o IEUA, após toda a análise dos resultados, realizada neste trabalho.

Neste cenário ponderou-se igualmente todos os indicadores (peso de 33% para cada um), indicando que todas as ações de gestão, citadas anteriormente, devem ser adotadas de forma unânime. Não há diferenciação de importância na gestão entre esses indicadores. As medidas adotadas para melhorar a situação da bacia quanto a sustentabilidade deve ser atribuída aos três indicadores, sem privilegiar nenhum. Dessa forma, todas as áreas de atuação dos indicadores analisados serão beneficiadas.

4.5.2.2. Cenário 2

2º CENÁRIO				
INDICADORES	SIGLA	Nível de Planejamento	ESCALA GLOBAL	PERCENTAGEM
Potencialidade, Disponibilidade e Demanda	IPDD	Bacia	MUITO BAIXA	50%
		Sub-bacia e Município	BAIXA	
Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos	IGRH	Bacia e Sub-bacia e Município	MEDIA	20%
Eficiência de Uso da Água	IEUA	Bacia e Sub-bacia e Município	BAIXA	30%



Visando esse resultado, e o utilizando como apoio à gestão de recursos hídricos, admitiu-se neste segundo cenário, estabelecer que a sustentabilidade hídrica da bacia do Taperoá, por

estar localizada em região semi-árida, baseia-se fundamentalmente nas suas potencialidades, disponibilidades e demandas, sendo assim foi atribuída uma importância de 50% para o IPDD e para os demais indicadores 20% (IGRH) e 30% (IEUA). As ações de gestão são aquelas sugeridas para o IPDD.

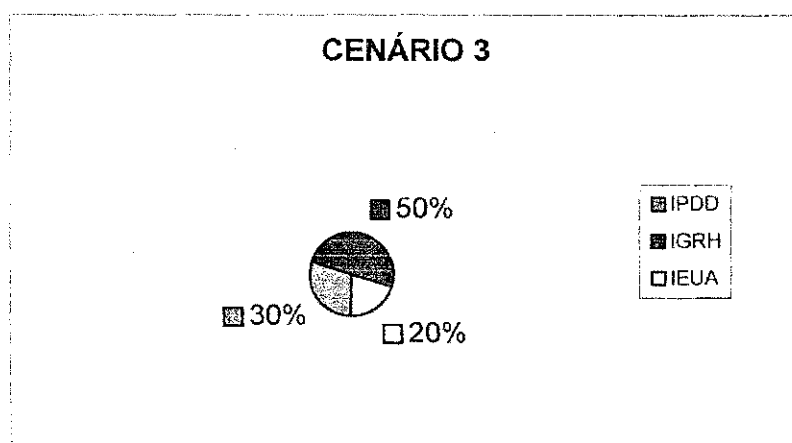
Como as demandas atuais e futuras da bacia do Taperoá são pouco inferiores às disponibilidades, é de se esperar que esta unidade apresente problemas para o atendimento das demandas nos anos de seca. Era natural, portanto, que o fornecimento de água para o abastecimento urbano, rural e animal apresentasse alto nível de garantia, ou seja, trabalhasse com baixa probabilidade de falha no atendimento.

No semi-árido, os rios são intermitentes, pois escoam durante uma parte do ano em que ocorrem as chuvas, depois secam. Portanto, nessas regiões, a seca passa a ser uma decorrência de um sobreuso ou mau uso dos açudes, ou ainda, de seqüências de anos secos, não previstas quando do estabelecimento das regras de operação dos reservatórios. A intermitência é um indicativo da necessidade de reserva de águas para permitir uma oferta confiável, mesmo nos anos bons. Está sendo apoiada pelos órgãos públicos, a construção de muitas cisternas no semi-árido, visando cada vez mais atender o abastecimento de águas para consumo doméstico, porém não basta apenas a população armazenar água nos períodos de chuva, mas sim saber economizar esta para perdurar em todas as outras épocas de seca.

Outro fator que implica o desenvolvimento sustentável dessa bacia é o fato de que esta possui alta variabilidade dos deflúvios anuais, indicando inevitáveis perdas pelo aumento do tempo de oportunidade de evaporação nos açudes. Campos et al. (1997), relatam o dilema enfrentado no Semi-Arido, com relação à adoção de uma regra de retiradas de água dos açudes: se for retirada uma pequena quantidade de água em relação ao volume afluente médio anual, aumenta-se a segurança na capacidade de fornecer água nos períodos de crise; contudo, aumenta também o tempo médio de permanência das águas acumuladas nos açudes (tempo de oportunidade para que as águas acumuladas evaporem) e os benefícios gerados nos anos de disponibilidade são reduzidos; se for retirada uma grande quantidade de água, haverá um decréscimo das perdas por evaporação e um aumento dos benefícios nos bons anos. Porém, em contrapartida, as secas hidrológicas se tornarão mais freqüentes.

4.5.2.3. Cenário 3

3º CENÁRIO				
INDICADORES	SIGLA	Nível de Planejamento	ESCALA GLOBAL	PERCENTAGEM
Potencialidade, Disponibilidade e Demanda	IPDD	Bacia	MUITO BAIXA	30%
		Sub-bacia e Município	BAIXA	
Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos	IGRH	Bacia e Sub-bacia e Município	MEDIA	50%
Eficiência de Uso da Água	IEUA	Bacia e Sub-bacia e Município	BAIXA	20%



De acordo com o resultado gerado pelos indicadores de sustentabilidade escolhidos neste trabalho, foi construído o terceiro cenário, que prioriza a utilização efetiva da gestão de recursos hídricos (50%), para tentar tornar a bacia mais sustentável. E para os outros indicadores foram atribuídas as seguintes percentagens: 30% (IPDD) e 20% (IEUA).

As ações de gestão adotadas para este cenário são as determinadas para o IGRH. A ênfase maior será sempre a implementação do sistema de gestão de recursos hídricos, e uma boa aplicação dos seus instrumentos de gestão: outorga, enquadramento, cobrança.

Há pessoas bem interessadas na preservação dos recursos hídricos, o que de certa forma, em sua maioria, entendem no mínimo, o suficiente para apresentar argumentos que possam influenciar no sentido de alcançar êxito nas metas estabelecidas para a economia de água. Em todos os níveis se constata a falta de conscientização das pessoas, o que significa, uma falha no

Os projetos de preservação englobaram recursos que poderão ser aplicados na educação ambiental e na conscientização das comunidades que vivem junto aos mananciais, para não jogarem lixo e de forma alguma poluírem as águas que estão ao redor de suas casas. Além das ações concretas e de uso sustentável, medidas de recuperação de matas ciliares dos rios e seus afluentes, saneamento das cidades ribeirinhas.

Após a simulação destes quatro cenários, e visando sempre o desenvolvimento sustentável da bacia do rio Taperoá, nota-se que o cenário mais sustentável é aquele que beneficia ao mesmo tempo os três tipos de indicadores (IPDD, IDRH e IEUA). Desta forma todas as áreas que os envolvem seriam privilegiadas igualmente e assim a bacia teria um desenvolvimento uniforme. Porém, esta decisão depende de outros fatores externos: o custo do investimento necessário, a capacidade de pagamento e a decisão tomada pelos membros do comitê de bacia. Todos estes itens demonstram a relação peso x decisão. Portanto, os outros cenários tentam demonstrar uma realidade em que tem de se escolher entre um dos três para investir no melhoramento de apenas uma área, por falta de recursos suficientes para atender a todas.

O diagnóstico da bacia do rio Taperoá quanto à sustentabilidade hídrica é que a bacia se encontra numa situação não favorável quanto à quantidade e qualidade de seus recursos hídricos, precisando urgentemente da aplicação de um sistema de gestão.

CAPITULO 5

CONCLUSOES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusões

Concluiu-se neste trabalho que não existe uma receita única para planejar e implementar indicadores adequados. Cada bacia deve elaborar um esquema próprio, que garanta que os indicadores produzidos sejam realmente úteis para a tomada de decisão. Se forem escolhidos outros indicadores, os resultados poderão ser bastante distintos, podendo ser invertidos por completo, ou seja, um sistema que se apresenta como mais sustentável com determinada condição de indicadores, pode, com outra combinação, ser considerado como tendo menor sustentabilidade.

Percebe-se que é extremamente difícil obter em curto prazo, indicadores aperfeiçoados, vinculados a sustentabilidade hídrica, pois não foi possível dispor de mais informações básicas que pudessem aumentar o número de indicadores.

Verificou-se após todo o estudo desta metodologia aplicada neste caso a bacia do rio Taperoá, que diferentes elementos (índices), agregam-se em apenas um ponto (indicador), basicamente com a utilização de alguns passos: determinação dos itens que serão considerados; procedimento de atribuição ou transferência da medida de uma dimensão a escalas comuns (parcial e global), a definição do peso relativo de cada indicador nos cenários

de ponderação, baseado na relação de sua importância na gestão de recursos hídricos, e por último a determinação das ações de gestão, para melhorar a situação da bacia.

Os resultados dos indicadores calculados para a bacia do Taperoá permitiram concluir que a bacia é considerada com uma baixa sustentabilidade. Isso se deve a demandas excessivas, em contra partida a potencialidades e disponibilidades inferiores a estas e a uma falta de uso eficiente da água. Tal situação é gerada pela ausência de uma gestão de recursos hídricos, a qual é baseada no incentivo aos usos múltiplos e a operação otimizada dos reservatórios.

Neste trabalho buscou-se uma análise da sustentabilidade hídrica ao nível de bacia hidrográfica, haja vista que a lei nº 9.433/97, impõe a bacia como unidade de gestão dos recursos hídricos. As sub-bacias da bacia do Taperoá são na sua maioria classificadas na escala global em muito baixa. O açude Mucutu, ao ser analisado no nível de planejamento, açude, demonstrou uma alta sustentabilidade, porém nos demais níveis a realidade é inversa.

A aplicação dos diferentes níveis de planejamento (bacia, açude, sub-bacia e sub-bacia e município) permitiu a discretização de toda a bacia do Taperoá, mostrando resultados bem diferentes entre os níveis, os quais possibilitaram uma reflexão maior sobre a importância de se fazer um estudo desta categoria em todas as bacias, antes de se aplicar à gestão de recursos hídricos.

Os quatro níveis de planejamento considerados para o Indicador de Potencialidade Disponibilidade e Demanda (IPDD) resultaram na sua maioria, em graus de sustentabilidade baixa e muito baixa. O Indicador de Desempenho do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos (IGRH), mostrou uma média sustentabilidade para a bacia, pois apesar do comitê não está instalado, e a cobrança não está sendo aplicada, algumas outorgas já foram emitidas. O Indicador de Eficiência de Uso da Água (IEUA) mostrou, pela escala global adotada, uma baixa sustentabilidade. Desta forma conclui-se que o diagnóstico da bacia do rio Taperoá quanto a sustentabilidade hídrica é que a bacia se encontra numa situação não confortável quanto à quantidade e qualidade de seus recursos hídricos, precisando urgentemente da implementação do sistema de gestão de recursos hídricos.

Os cenários de ponderação simulados permitiram chegar a conclusão de que para a sustentabilidade hídrica da bacia do rio Taperoá, é necessário investir igualmente em todas as áreas que envolvem os indicadores selecionados, sem privilegiar uma ou outra.

Em geral, pode-se concluir que as agências mundiais e algumas instituições da sociedade civil tendem a escolher indicadores, devido à possibilidade de comparação com outras bacias do semi-árido e por uma maior obtenção de conhecimentos detalhados da área estudada. Portanto, é preciso pesquisar cada vez mais essa ferramenta, ou seja, os indicadores de sustentabilidade, como apoio à gestão de recursos hídricos.

5.2. Recomendações

Recomendam-se para posteriores estudos:

- a inclusão de certas perguntas em censos e pesquisas, que ajudarão na qualidade e seriedade dos indicadores, que por sua vez, poderão garantir novos recursos para a produção e difusão de informações, assim como, melhoria na tomada de decisões através dos indicadores de sustentabilidade que expressem da melhor forma a gestão de recursos hídricos;

- a criação de critérios harmonizados para emissão de outorgas, com o objetivo de minimizar os conflitos, os quais possibilitarão a construção de indicadores viáveis;

- a utilização de indicadores que comprovem a sustentabilidade e a efetividade. Tais indicadores são importantes para o sucesso da aplicação do instrumento de cobrança: garantia da aplicação dos recursos na própria bacia em que foi gerada; ampla divulgação e conscientização dos usuários; identificação de impactos ambiental e econômico considerando critérios e valores; participação dos usuários na definição de parâmetros e por último a articulação e negociação com a União geram uma coerência dos valores cobrados;

- a proposição de novos estudos de indicadores que utilizem as demandas de uso consutivo e não consutivo na bacia do rio Taperoá;

- a realização de estudos de indicadores que comprovem a necessidade fundamental da revitalização dos mananciais da bacia;

- a formação de indicadores que comprovem de alguma forma a necessidade ou não da integração de bacias (transposição), obra que influencia no gerenciamento de recursos hídricos em nível nacional, onde para sua existência é fundamental que ocorra uma concordância dos comitês de bacia;

- a formação de indicadores que relatem o real conhecimento da problemática dos processos de desertificação da bacia do rio Taperoá, englobando: avaliação da vulnerabilidade a desertificação; previsão, verificação e vigilância das áreas sujeitas a esse processo e estudo dos efeitos e determinação de medidas de combate e prevenção contra a desertificação;

- a realização do estudo de indicadores de desempenho de áreas irrigadas, existentes na bacia;

- a realização de um estudo de desempenho dos reservatórios da bacia do Taperoá, com os clássicos indicadores propostos por Hashimoto (1982).

- indicadores de gestão de qualidade da água.
- indicadores de gestão da demanda e outros.

CAPITULO 6

BIBLIOGRAFIA

6.1. Referências Bibliográficas

BIO. 2001. **Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente**. ABES: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. nº167. Janeiro-Março.

BRAGA, T. M; FREITAS, A. P. G; DUARTE, G. de S. 2003. **Índice de Sustentabilidade Municipal: O desafio de mensurar**. Belo Horizonte: CEDEPLAR/FACE/UFMG. 22p.

CAMPOS, J. N. B; NETO, J. F. V; MARTINS, E. S. 1997. **Vulnerabilidades de Sistemas Hídricos: Um estudo de caso**. ABRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos. nº 1. Janeiro - Junho.

CARVALHO, F. P. 2000. **Os índices de desenvolvimento Humano e a Gestão das Águas no Nordeste Brasileiro**. Natal: ABRH - V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste.

CERH. 2003. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Proposta de Instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba - CBH-PB**. Conforme Resolução nº 1, de 31 de agosto de 2003.

CIBHPA. 2004. Comitê Integrado da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu. **Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu (RN e PB)** - Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos. Disponível on line: serhid@rn.gov.br.

CONESAN. 1999. São Paulo: Conselho Estadual de Saneamento. **Manual Básico para o ISA - Indicador de Salubridade Ambiental**. 37p.

FENG, G. 2001. **Strategies for sustainable water resources management in water scarce regions in developing countries**. IAHS: Integrated Water Resources Manegement. nº 272.p.107-112.

FOXON, T. J. et al. 2002. **Sustainability Criteria for Decision Support in the UK Water Industry** . Journal of Environmental Planning and Management. p.285-301.

GOMES, H. P. 2002. **Sistema de Abastecimento de Água: Dimensionamento Econômico**. João Pessoa: Editora Universitária. UFPB.192p.

HASHIMOTO, R.; STENDINGER, J. R.; LOUCKS, D.P. (1982). **Reliability, Resiliency and Vulnerability Criteria for Water Resource System Performance Evaluation** *Water Resources Research*. v.18. n.1. p.14 -20.

IBGE. 2002. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. 45p.

JUNIOR, O. B. da S. J; DINIZ, L. da S. 2003. **Simulação da Cobrança pelo uso dos recursos Hídricos no Estado da Paraíba**. Curitiba: ABRH - XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.

LACERDA, A. V. 2001. **Gestão Participativa e Integrada: uma perspectiva de sustentabilidade dos Recursos Naturais na Bacia Hidrográfica do Açude Taperoá II, no Semi-Árido Paraibano.** João Pessoa: UFPB/PRODEMA. Dissertação de Mestrado. 152p.

LANNA, A. E. L. 2001. **Estudo de tarifação pelo uso da água no Estado da Paraíba.** João Pessoa: Relatório Parcial. Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais (SEMARH). 121p.

LIMA, G. de; MAUAD, F. F; SALLA, M. R. 2002. **Índices de sustentabilidade para o planejamento estratégico de sistemas hídricos.** Curitiba: ABRH - XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.

LIMA, H. V. C; LIMA, L. C. T. M; LIMA, F. P. F. 2000. **Desenvolvimento Sustentável através de Gestão Participativa dos Recursos Hídricos no Semi – Árido.** Natal: ABRH - V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste.

LOUCKS, D. 1999. **Sustainability Criteria for Water Resource Systems.** International Hydrology Series by Cambridge, UNESCO.

MEDEIROS, Y. D. P. 1998. **Sustentabilidade dos recursos hídricos do estado da Bahia: Estudo de cenários.** Porto Alegre: ABRH - XI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e II Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa.

MIRANDA, A. B; TEIXEIRA, B. A. do N. 2004. **Indicadores para o monitoramento da sustentabilidade em sistemas urbanos de abastecimento de água e esgotamento sanitário.** Vol.9. n°4.p.269-279. Outubro-Dezembro.

MMA. 2000. Ministério do Meio Ambiente. **“Agenda 21 Brasileira – Bases para discussão”.** Brasília: Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. 171p.

NETTO, J. 1998. In: GOMES, H. P. 2002. Sistema de Abastecimento de Água: Dimensionamento Econômico. **Manual de Hidráulica**. São Paulo: 8ª Edição. Editora Edgard Blucher Ltda. 669p.

NIEMEIJER, D. 2002. **Developing indicators for environmental policy: data-driven and theory-driven approaches examined by example** - Environmental Science e Policy. v.5. p.91-103. Disponível on line: www.elsevier.com.

OCDE. 1987. Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Comissão Mundial sobre a Meio Ambiente, Comissão Brundtland. **“Towards Sustainable Development – Indicators to Measure Progress”**. Paris: Proceedings of the OCDE Rome Conference. 416p.

PAIVA, A. E. D. B; SILVA, T. C; FILHO, L. P. 2000. **Aplicação do modelo hidrológico distribuído AÇUMOD à bacia hidrográfica do Rio Taperoá - Estado da Paraíba**. João Pessoa: X Encontro de Iniciação Científica.

PAIXÃO, M. P; STUDART, T. M. de C; CAMPOS, J. N. B; CARVALHO, R.M. 2003. **Aplicação de Indicadores de Performance na Avaliação de Sistemas Hídricos: um estudo de caso**. Curitiba: ABRH - XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.

PARAÍBA, SEPLAN. 2004. **PDRH-PB – Bacia do Rio do Peixe**. Gerenciamento de Bacias Hidrográficas. Campina Grande: UFCG/UNESCO. 231p.

PERH. 2004. **Plano Estadual e Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado da Paraíba**. Resumo Executivo. Governo do Estado da Paraíba - SEMARH. 170p.

REBOUÇAS, A. 2004. **Uso inteligente da água**. São Paulo: Editora Escrituras. 207p.

RÊGO, J. C; ALBUQUERQUE, J. do P. T. 1997. **Conceitos e Definições para a avaliação e gerenciamento conjunto de recursos hídricos superficiais e subterrâneos.** Belo Horizonte: ABRH - XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.

RÊGO, J. C; ALBUQUERQUE, J. do P. T. 1999. **Subsídios para o gerenciamento racional e integrado dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos do Estado da Paraíba.** Natal: ABRH - XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.

RIBEIRO, M. M. R. R; LANNA, A. E. L. 2001. **Instrumentos regulatórios e econômicos: aplicabilidade à gestão das águas à bacia do rio Pirapama – PE.** RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos. v.6. n.4. Outubro- Dezembro.

RODÁN, A; VALDÉS, S. A. 2002. **Proposal and application of a sustainable development index.** Ecological indicators.v.2, PP.251-256.

ROMEIRO, A. R. (Org.). 2004. **Avaliação e contabilização de impactos ambientais.** São Paulo: Editora da UNICAMP. 394 p.

SHIELDS, D.J., SOLAR, S.V., MARTIN, W.E. 2002. **The role of values and objectives in communicating indicators of sustainability.** Ecological indicators. v.2.p.149-160.

SILVA, N. A. S; PAULA, C. L. 2003. **Experiência da UN Leste – Sabesp no uso de indicadores como ferramenta de gestão.** Curitiba: ABRH - XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.

SILVA, T. C; PINTO, M. V. C. de V; CYSNEIROS, D. 2000. **Zoneamento Ecológico Econômico do Estado da Paraíba – Região do Cariri Ocidental – Climatologia.** João Pessoa: Superintendência de Administração do Meio Ambiente – SUDEMA/PARAÍBA.

SIMONOVIC, S. 2001. **Measures of sustainability and their utilization in practical water management planning.** IAHS: Regional Management of Water Resources. n.268. p. 3 - 16 .

SUDEMA. 2004. **Superintendência de Desenvolvimento do Meio Ambiente.**

TRIGUEIRO, A. (Coord.). 2002. **Meio Ambiente no Século 21: 21 Especialistas falam da questão Ambiental nas suas áreas de conhecimento.** Rio de Janeiro: Editora Sextante. 370p.

VAN DER VEEREN, R. J. H. M., LORENZ, C. M. 2002. **Integrated economic-ecological analysis and evaluation of management strategies on nutrient abatement in the Rhine Basin.** *Journal of Environmental Management.* v.66. p.361-376.

VIEIRA, V. 2002. **Sustentabilidade do Semi-árido Brasileiro Desafios e Perspectivas.** RBRH: *Revista Brasileira de Recursos Hídricos.* v.7. n.4. p.105-112. Outubro-Dezembro.

VIEIRA, V. 2003. **Desafios da Gestão Integrada de Recursos Hídricos no Semi-Árido .** RBRH: *Revista Brasileira de Recursos Hídricos.* v.8. n.2. p.7-17. Abril- Junho.

VIEIRA, V. 1995. **Recursos Hídricos e o Desenvolvimento Sustentável do Semi-Árido Nordeste.** Recife: ABRH - Anais do XI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Vol. 2: Desenvolvimento Sustentável dos Recursos Hídricos.

VIEIRA, V. et al. 1995. **Projeto Áridas - Nordeste: Uma Estratégia de Desenvolvimento Sustentável.** Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (IPEA). Disponível on line: www.ipea.gov.br

YUAN, W., JAMES, P., HODGSON, K, HUTCHINSON, S. M., SHI, C. 2003. **Development of sustainability indicators by communities in China: a case study of Chongming County, Shanghai.** China: *Journal of Environmental Management.* v.68. p.253-261.

ZHAO, J. 1999. **"Indicator System and Evaluation Framework For Sustainable Development"**. USA: *Journal of Environmental Sciences,* Dec 99, Vol.11 Issue 4. p.492.

6.2. Obras Consultadas

ACREMAN, M. 2001. **Towards the sustainable management of groundwater-fes catchments in Europe.** IAHS: n° 268. p. 123-129.

ALVES, R. F. F; CARVALHO, G. B. 2001. **Experiências de Gestão de Recursos Hídricos.** Brasília: MMA/ANA. 204p.

AMARAL, S. P. 2003. **Estabelecimento de indicadores e modelo de relatório de sustentabilidade ambiental, social e econômica: uma proposta para a indústria de petróleo brasileira.** Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ. 265f. Tese (Ciências Planejamento Energético e Ambiental).

AMARAL, S. P; LA ROVERE, E. L. 2003. **Indicators to evaluate environmental social, and economic sustainability: a proposal for the Brazilian oil industry.** Houston - Tx – USA: Editora PennWell Oil & Gas Journal. Vol. 101.19. p.30-35 .

ANDRADE, R. O. B; TACHIZAWA, T. 2003. **Gestão Ambiental – Enfoque Estratégico Aplicado ao Desenvolvimento Sustentável.** São Paulo: Editora Markon Books – Pearson Education. 240p.

ANEEL. 1999. **Eficiência Energética – Integrando Usos e Reduzindo Desperdícios –** Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica e Agências Nacionais do Petróleo. 419 p.

BELL, S; MORSE, S. 2001. **Breaking through the Glass Ceiling: who really cares about sustainability indicators?** USA: Local Environment. Vol.6. n°3. p.291-309.

BELOUSOVA, A. P. 2003. **Structure of ecological indicators and indices for sustainable groundwater development.** IAHS: Water resources systems – Water availability and Global Change. n.280. p. 49-53.

BESSERMAN, S. 2003. **Indicadores**. In: Trigueiro, André (Coord.). **Meio Ambiente no século 21**. Rio de Janeiro: Editora Sextante. p. 90-105.

BRAGA, S. et al. 2001. Palestra “**Desenvolvimento Sustentável: Gestão & Negócios – Workshop Gerencial sobre Desenvolvimento Sustentável**”. Rio de Janeiro: Organizado pela Arthur D. Little (ADL), em parceria com a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) e o Instituto Brasileiro de Petróleo (IBP).

BRASIL. 2004. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Recursos Hídricos: conjunto de normas legais/Ministério do Meio Ambiente**. Brasília: 3ªed. 243p.

BRIASSOULIS, H. 2001. **Sustainable Development and its Indicators: Through a (Planner’s) Glass Darkly**. Department of Geography, University of the Aegean. Police and Practice. *Journal of Environmental Planning and Management*. 44(3).p. 409-427.

BRUINE, B. 1997. **Sustainable development of water resources in a semi-arid country such as Namibia**. IAHS: nº 240.p. 503-507.

BUTTON, K. 2002. **Special Section: economics of urban sustainability. City management and urban environmental indicators**. *Ecological Economics* .v.40. p. 217-233.

CAMARGO, A. 2002. **Meio Ambiente Brasil: avanços e obstáculos pós Rio-92**. Rio de Janeiro : Estação Liberdade - Instituto Socioambiental . Fundação Getúlio Vargas. 460p.

CAMPOS, J. N. B. et al. 1998. **A gestão de águas no Estado do Ceará**. Recife: ABRH - XI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e II Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa .

CASTRO, L. M. A. de; FILHO, F.A.S. 2003. **Proposição de indicadores para avaliação de sistemas de drenagem urbana**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental e

Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da UFMG.

CASTRO, D. M; BAPTISTA, M. B. 2002. **Definición de formas alternativas Y sostenibles de uso y ocupación de la tierra a nivel nacional**. Director Del Programad e Reconocimiento de Suelos e Inventario de Tierras y Equipo Investigativo – Instituto Geográfico Agustín Codazzi – Informe de país Colombia.

CIDS. 2000. Centro Internacional de Desenvolvimento Sustentável - **Projetos Indicadores de Sustentabilidade para a Gestão de Recursos Hídricos**. EBAP - Escola Brasileira de Administração Pública.

CHRISTOFOLETTI, A. 1999. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. Rio de Janeiro: Editora Edgard Blücher Ltda. 265p.

Consejo de Administración del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2002. **Contribución del Programa de las naciones unidas para el medio ambiente a la cumbre mundial sobre el desarrollo sostenible**. Foro Ambiental Mundial a nivel ministerial .

DIAS, M. C; BORJA, P.C; MORAES, L.R.S. 2004. **Índice de Salubridade Ambiental em Áreas de Ocupação Espontâneas: Um Estudo em Salvador**. Bahia: RESA - Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. Vol.9 – Nº1.p. 82-92. Janeiro- Março.

EBERT, U; WELSCH, H. 2004. **Meaningful environmental indices: a social choice approach**. Journal of Environmental Economics and Management. v.47. p.270-283.

EKINS, P. et al. 2003. **A framework for the practical application of the concepts of critical natural and strong sustainability**. Ecological Economics – v.44, p.165-185. Disponível on line:www.elsevier.com .

EMBRAPA. 2004. Banco de Notícias - Embrapa edita livro sobre: **Indicadores de Sustentabilidade em Agrossistemas**. Disponível on line: www.sct.embrapa.br/liv .

GALVÃO, C. O; RIBEIRO, M.M.R.R; ALBUQUERQUE, J.P.T. 2001. **Sustainability characterization and modeling of water supply management practices**. Regional Management of Water Resources. IAHS: nº 268.p.81- 88.

GOULET, D. 1992. **Development indicators: a research problem, a policy problem**. *The journal of socio-economics*. V.21, n.3, pp.245-260.

GALLEGO, C. E. C; GRISOTTO, L.E; PEREIRA, C.A.A.O; LOYOLA, J.M.T. 2000. **Diretrizes para a elaboração de Plano de Recursos Hídricos**. Natal : ABRH - V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste .

HERMANNNS, K. 2002. **Água e Desenvolvimento Sustentável no Semi-Árido**. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer. nº24. 170p.

HINTERBERGER, F. et al. 1999. **Dematerialization, MIPS and Factor 10 Physical Sustainability indicators as a social device**. *Ecological Economics* 29 53-56. Disponível on line: www.elsevier.com .

NETTO, M. C; NASCIMENTO, N.L. 2003. **Os Indicadores como Instrumentos Potenciais de Gestão das Águas no Atual Contexto Legal-Institucional do Brasil – Resultados de um Painel de Especialistas**. RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos.Vol. 8 . n.4 .p. 49-67. Outubro-Dezembro.

JUNIOR, W. C. de S. 2004. **Gestão das Águas no Brasil: Reflexões, Diagnósticos e Desafios**. São Paulo: Editora Fundação Peirópolis. Instituto Internacional de Educação do Brasil (IEB). 164p.

KJELDSEN, T. R; ROSBJERG, D. 2001. **A framework for assessing the sustainability of a water resources system**. Regional Management of Water Resources. IAHS: nº 268. p.107-113.

LANE, M. E. et al. 1999. **Indicators of Impacts of Global Climate Change on U.S. Water Resources**. Journal of Water Resources Planning and Management.

LEMOS, L; SILVA, T.C. 2003. **Relação entre indicadores de salubridade ambiental e de desenvolvimento humano em municípios da Bacia do Taperoá, Estado da Paraíba**. Natal: XI Silubesa Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.

LEVETT, R. 1998. **Sustainability indicators – integrating quality of life and environmental protection**. Royal Statistical Society. vol.161. Part 3. p. 291-302.

LOPES, S. B; ALMEIDA, J. 2002. **Arranjos Institucionais e a Sustentabilidade dos sistemas agroflorestais: a importância das formas de organização**. Brasília: PGDR/UFRGS - Cadernos de Ciências & Tecnologia. v.19. n.3. p.377-406. Setembro-Dezembro.

LOUCKS, D. P. 1997. **Quantifying trends in system sustainability**. Hydrological Sciences - Journal des Sciences Hydrologiques, 42(4) August.

LUNDIN, M. et al. 2002. **A life cycle assessment based procedure for development of environmental sustainability indicators for urban water systems**. Urban Water 4, 145-152. Disponível on line www.elsevier.com.

MACKAY, H. 2001. **Development of methodologies for setting integrated water quantity and quality objectives for the protection of aquatic ecosystems**. Regional Management of Water Resources . IAHS: nº 268.p.115-121.

MASCARENHAS, S; SCHIEL, D; VALEIROS, N; SANTOS, S.A.M. 2003. **O estudo de Bacias Hidrográficas uma estratégia para educação ambiental**. Educação e Sociedade:

Melhoria do Ensino Básico de Ciências na América Latina. Caso Piloto São Carlos (Brasil) . São Carlos: Córdoba (Argentina). Editora RIMA. 2ª Edição. 188p.

MMA. 1999. **“Guias de Boas Práticas para o Consumo Sustentável”** - “Site” do Ministério do Meio Ambiente, Disponível on line: www.mma.gov.br.

MEDEIROS, Y. D. P; SILVA, A. M.S; BARBOSA, M.S; SILVA, E.R.; TOURINHO, A. O.; FARIA, A.S; CASTRO, M.Q.O. 2003. **Matriz de Recursos Hídricos como Instrumento do Gerenciamento Participativo**. Curitiba: ABRH: XV Simpósio de Recursos Hídricos.

MEDEIROS, Y. D. P; BARBOSA, M. S; CUNHA, R.G.L; FARIA, A.S. 2000. **Gerenciamento Participativo dos Recursos Hídricos na Bacia do Rio Paraguaçu**. Natal: ABRH - V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste.

MEDEIROS, Y. D. P; GONÇALVES, M.S; SILVA, N.C; SILVA, E.A; GALO, I.C.M. 2002. **Processo de Mobilização e Organização dos Usuários da Bacia do Rio Salitre**. Maceió: ABRH - VI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste.

MOLINAS, P. A. 1996. **A gestão dos recursos hídricos no semi-árido nordestino: a experiência cearense**. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará. ABRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos. v.1. nº 1. p.67-88. Janeiro - Junho

MORRISON, G. M; LUNDIN, M. 2002. **A life cycle assessment based procedure for development of environmental sustainability indicators for urban water systems – Urban Water – Environmental Systems Analysis** - Disponível on line: www.elsevier.com .

MORSE, S; BELL, S. 2001. **Breaking through the Glass Ceiling: who really cares about sustainability indicators?** – Article of Local Environment.

NEUPANE, B; YOUNG, G. J. 1997. **Incorporating attitudes into an uncertain water resource management framework: a case study of Nepal Himalaya.** Sustainability of Water Resources Under Increasing Uncertainty. IAHS: n° 240. p.449-457.

NETO, J. D. 2004. **Gerenciamento da Demanda de água para irrigação.** Seminário na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

PINTO, M. V. C. de V; SILVA, T. C. da. 2000. **Determinação dos Deflúvios Médios Anuais na Região do Cariri Ocidental.** Natal: ABRH - V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste.

PINTO, M. V. C. de V; SILVA, T. C. da. 2001. **Avaliação e Espacialização dos Deflúvios Médios Anuais na Região do Alto Paraíba do Cariri Ocidental.** Aracaju: ABRH - XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e V Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa.

PINTO, M. V. C. de V; SILVA, T. C. da. 2002. **Sistema de Apoio para a Operação e Manutenção de Reservatórios de Abastecimento D'água em Regiões de Clima Semi-Árido – Aplicação de um Modelo de Rede de Fluxo (MODSIM) para a Bacia do Rio Taperoá.** João Pessoa : X Encontro de Iniciação Científica da UFPB.

PNRH. 2002. **Política Nacional de Recursos Hídricos – MMA – Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente.**

POPP, J. et al. 2001. **Sustainability with multiple objectives.** Department of Agricultural Economics and Agribusiness, University of Arkansas. Ecological Indicators 1 37-47. Disponível on line : www.elsevier.com.

PORTAL NEAD DE ESTUDOS AGRÁRIOS. 2004. Notícias Agrárias –12 a 18 de janeiro de, N° 238 - Embrapa – **Publicação mostra indicadores de sustentabilidade em agrossistemas** - Disponível on line : sac@cnpma.embrapa.br

RATTNER, H. 2003. **Indicadores Sociais e Planificação do Desenvolvimento**. São Paulo. Disponível on line: www.abdl.org.br/rattner

REIS, J. A. dos. et al. 2000. **Otimização do potencial de tecnologias para gestão dos recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul – FEG – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá; UNESP – Universidade Estadual Paulista Sudeste do Brasil.**

RILEY, J. 2001. **Multidisciplinary indicators of impact and change key issues for identification and summary**. Agriculture, Ecosystems and Environment 87 245-259. Agriculture Ecosystems & Environment. Disponível on line: www.elsevier.com .

ROMERO, G. D; URBANO, P. M. 2001. **El desarrollo sostenible em las regiones y los municipios. Indicadores para su evaluación y seguimiento**. Universidad Autónoma de Madrid.

SA, V. F. de; NETTO, O. M.C. 1998. **Indicadores socioeconômicos e sanitários por grandes bacias hidrográficas**. Recife: XI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e II Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa.

SA, V. F; NETTO, O. M.C. 1998. **Aspectos de sustentabilidade e vulnerabilidade dos recursos hídricos – “Stress hídrico”**. XI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e II Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa .

SANTANA, D; MATTOSO, M; CRUZ, J. 2002. **Definição de Indicadores de Sustentabilidade de Sistemas de Produção de Milho: Um Enfoque Regional**. – Florianópolis : XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo.

SANTOS, V. D; BATISTA, M.E.M; SILVA, T.C. 2002. **Avaliação de indicadores de salubridade ambiental em um município da bacia do rio Taperoá, no estado da Paraíba**. Maceió: VI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Anais disponível em CD-ROM

SANTOS, J. de S. 2001. **Saneamento e Qualidade de vida de três comunidades domiciliadas na Bacia do Rio Taperoá.** Dissertação de Mestrado. 132p. PRODEMA-UFPB/UEPB.

SANTOS, J. de S. et al. 2002. **Qualidade de vida da população urbana no semi-árido paraibano.** Revista UNIPE 6(3).

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. 2003. **Estabelecimento de Indicadores para acompanhamento da implementação de Cobrança nos Comitês.** Diretoria de Programa da Implementação - Grupo de Trabalho sobre Cobrança – GT- Cobrança .

SCHULTZ, G. A. 2001. **Integrated water resources management: the requirements of the problem of environmental impact assessment and implementation of the sustainable development principle.** Integrated Water Resources Management. IAHS, p.439- 447. Publication nº 272.

SCHULTZ, G. A., HORNBOGEN, M. 1999. **Integrated anticipatory planning of a regional water resources system.** Sustainability of Water Resources under increasing Uncertainty. IAHS, p.3-11.Publication, nº 240.

SILVA, D. D. et al. 2002. **Gestão de Recursos Hídricos: Aspectos legais, econômicos, administrativos e sociais.** Ministério do Meio Ambiente – Secretaria de Recursos Hídricos. Universidade Federal de Viçosa. Campus da UFV, Viçosa - MG– ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos.

SILVA, G. G. 1993. **A problemática da desertificação no ecossistema da caatinga do Município de São João do Cariri.** Universidade Federal do Piauí.

SILVA, T. C. da (Orgs). 2002. **Bacia do Rio Gramame: hidrologia e aspectos ambientais para a gestão dos seus recursos hídricos.** João Pessoa: 1º Edição. Ed. Universitária. 196p.

SING, R. B. 2001. **Sustainable regional water management in the Yamuna River basin: case study of the Delhi region (India)**. IAHS. nº 268. p.25-32

SING, R. B. 1997. **Water resources monitoring for environmental sustainability under increasing uncertainty in the Himalayan region**. IAHS. nº 240. p.479-485

SOUZA, B. I. 1999. **Contribuição ao Estudo de Desertificação na Bacia do Taperoá – PB**. Dissertação de Mestrado. PRODEMA – UFPB. 165p.

STUDART, T; CAMPOS, N. 2001. **Gestão das águas - Princípios e Práticas**. Fortaleza: ABRH, 2º Edição.

SUDEMA. 2004. Superintendência de Administração do Meio Ambiente. **Atualização do Diagnóstico Florestal do Estado da Paraíba**. João Pessoa: 268p.

TAVARES, V. E. Q; RIBEIRO, M. M. R. R.; LANNA, A. E. L.. 1999. **Valoração monetária de bens e serviços ambientais:revisão do estado da arte sob ótica da gestão das águas** . RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos. v.4, n.3, pp.97-116.

TAYLOR, J. G. et al. 2003. **Use of Delphi Method in Resolving Complex Water Resources Issues**. Journal of the American Water Resources Association. – JAWRA. Vol.39, Nº 1, pp.1-250, February. AWRA – American Water Resources Association. Community, Conversation, Connections.

TEIXEIRA, A. L. de F.; TEIXEIRA, A.L.F; FILHO, O.C. R; FILHO, L.A.A, GONÇALVES, R.C. 2003. **Análise da Evolução temporal dos indicadores hídricos e socioeconômicos aplicada ao município de Niterói**. XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos .

THEODORO, S. H. (org.). 2002. **Conflitos e Uso Sustentável dos Recursos Naturais**. Editora Garamond Universitária. Coleção Terra Mater. Disponível on line: www.garamond.com.br .

TUNDISI, J. G. 2003. **Agua no século XXI – Enfrentando a escassez.**250p. Editora/Instituto Internacional de Ecologia.

URBANO, P. M. et al. 2002. **El desarrollo sostenible en las regions y los municipios, Indicadores para su evaluación y seguimiento** – Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias Económicas Departamento de Estructura Económica .

VILLIERS, M. 2002. **Agua: Como o uso deste precioso recurso natural poderá acarretar a mais série crise do século XXI.** Rio de Janeiro: Tradução: José Kocerginsky.. Edit.Ediouro. 460p.

WAGNER, W. et al. 2002. **Sustainable Watershed Management: An International Multi-Watershed Case Study.** Royal Swedish Academy of Sciences. Arabique Vol.31 nº1 February .

WATANABLE, T. 1999. **A Bacia do Rio Taperoá: Planejamento e Gestão Ambiental (Caatinga: semi-árido paraibano).** Projeto Nordeste de Pós Graduação e Pesquisa – PNEPG. Relatório de Atividades. Programa Regional Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA.

WETERINGS.1994. **“Towards environmental performance indicators based on the notion of environmental space”**, Report to the Advisory Council for Research on Nature and Environment of the Netherlands .

Outros Sites:

www.hidroweb.ana.gov.br

www.jornaldomeioambiente.com.br

www.governo.pb.gov.br

www.abrh.org.br

www.mma.com.br

www.worldwater.org

www.pnud.org.br

www.aguaonline.com.br

www.ana.gov.br

www.ipea.gov.br

www.sustentabilidade.org.br

www.fonasc.cbh.org.br

ANEXOS

Anexo A - Demanda dos Municípios da Bacia do Taperoá														Demanda (l/s) - Média		
Município	Demanda (m³/ano)					Demanda (l/s)					Demanda (l/s) - Média					
	2000	2003	2008	2013	2018	2000	2003	2008	2013	2018	2023	Atual	Futura	Reduzida 20%		
Assunção																
Urbana	95.584	99.950	107.675	115.996	124.961	134.619	3,03	3,17	3,41	3,68	3,96	4,27	5,21	6,16	3,51	
Rural	28.100	29.383	31.654	34.101	36.736	39.575	0,89	0,93	1,00	1,08	1,16	1,25				
Pecuária	37.917	37.917	37.917	37.917	37.917	37.917	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20				
Total	161.601	167.251	177.246	188.014	199.614	212.111	5,12	5,30	5,62	5,96	6,33	6,73				
Boa Vista																
Urbana	59.346	62.057	66.853	72.019	77.585	83.581	1,88	1,97	2,12	2,28	2,46	2,65	5,54	6,41	3,64	
Rural	54.423	56.909	61.307	66.046	71.150	76.649	1,73	1,80	1,94	2,09	2,26	2,43				
Pecuária	58.485	58.485	58.485	58.485	58.485	58.485	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85				
Total	172.254	177.451	186.645	196.550	207.220	218.715	5,46	5,63	5,92	6,23	6,57	6,94				
Cacimbas																
Urbana	37.698	39.420	42.466	45.748	49.284	53.092	1,20	1,25	1,35	1,45	1,56	1,68	5,82	6,92	3,88	
Rural	106.088	110.934	119.507	128.743	138.693	149.412	3,36	3,52	3,79	4,08	4,40	4,74				
Pecuária	36.440	36.440	36.440	36.440	36.440	36.440	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16				
Total	180.226	186.794	198.414	210.932	224.417	238.945	5,71	5,92	6,29	6,69	7,12	7,58				
Desterro																
Urbana	197.060	215.333	249.630	289.589	335.481	388.915	6,25	6,83	7,92	9,18	10,64	12,33	13,88	18,35	9,85	
Rural	129.502	135.417	145.883	157.157	169.303	182.388	4,11	4,29	4,63	4,98	5,37	5,78				
Pecuária	99.009	99.009	99.009	99.009	99.009	99.009	3,14	3,14	3,14	3,14	3,14	3,14				
Total	425.571	449.759	494.522	545.556	603.793	670.311	13,49	14,26	15,68	17,30	19,15	21,26				
Gurjão																
Urbana	79.336	86.693	100.501	116.508	135.065	156.577	2,52	2,75	3,19	3,69	4,28	4,97	8,24	9,94	5,55	
Rural	40.187	42.022	45.270	48.768	52.537	56.598	1,27	1,35	1,44	1,55	1,67	1,79				
Pecuária	135.612	135.612	135.612	135.612	135.612	135.612	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30				
Total	255.135	264.327	281.383	300.889	323.214	348.787	8,09	8,38	8,92	9,54	10,25	11,06				
Itaueirinho																
Urbana	304.874	331.812	382.102	528.016	608.042	700.197	9,67	10,52	12,12	16,74	19,28	22,20	19,11	28,30	11,12	
Rural	221.519	231.637	249.539	268.824	289.600	311.982	7,02	7,35	7,91	8,52	9,18	9,89				
Pecuária	57.886	57.886	57.886	57.886	57.886	57.886	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84				
Total	584.279	621.335	689.527	854.726	955.529	1.070.065	18,53	19,70	21,86	27,10	30,30	33,93				
Junco do Seridó																
Urbana	92.417	100.987	117.072	135.718	157.334	182.394	2,93	3,20	3,71	4,30	4,99	5,78	5,45	7,47	3,25	
Rural	51.100	53.434	57.564	62.013	66.805	71.968	1,62	1,69	1,83	1,97	2,12	2,28				
Pecuária	22.995	22.995	22.995	22.995	22.995	22.995	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73				
Total	166.512	177.416	197.630	220.726	247.135	277.357	5,28	5,63	6,27	7,00	7,84	8,79				
Livramento																
Urbana	154.734	169.083	196.013	227.233	263.425	305.382	4,91	5,36	6,22	7,21	8,35	9,68	12,37	16,31	8,88	
Rural	158.702	165.951	178.777	192.593	207.478	223.512	5,03	5,26	5,67	6,11	6,58	7,09				
Pecuária	65.728	65.728	65.728	65.728	65.728	65.728	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08				
Total	379.164	400.762	440.517	485.554	536.631	594.622	12,02	12,71	13,97	15,40	17,02	18,86				
Olivedos																
Urbana	63.241	69.106	80.112	92.872	107.664	124.812	2,01	2,19	2,54	2,94	3,41	3,96	5,58	7,19	3,98	
Rural	65.566	68.561	73.860	79.568	85.718	92.342	2,08	2,17	2,34	2,52	2,72	2,93				
Pecuária	42.581	42.581	42.581	42.581	42.581	42.581	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35				
Total	171.389	180.248	196.554	215.022	235.963	259.756	5,43	5,72	6,23	6,82	7,48	8,24				
Pocinhos																
Urbana	179.100	190.684	211.679	234.986	273.031	347.497	5,68	6,05	6,71	7,45	9,03	11,02	12,43	16,36	9,01	
Rural	133.627	139.750	150.529	162.163	174.695	188.197	4,24	4,43	4,77	5,14	5,54	5,97				
Pecuária	70.340	70.340	70.340	70.340	70.340	70.340	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23				
Total	383.066	400.754	432.548	467.488	518.066	606.033	12,15	12,71	13,72	14,82	17,70	19,22				
Santo André																
Urbana	28.565	29.870	32.178	34.665	37.344	40.230	0,91	0,95	1,02	1,10	1,18	1,28	5,87	6,69	4,03	
Rural	78.950	82.556	88.936	95.809	103.214	111.191	2,50	2,62	2,82	3,04	3,27	3,53				
Pecuária	75.169	75.169	75.169	75.169	75.169	75.169	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38				
Total	182.683	187.594	196.283	205.643	215.727	226.590	5,79	5,95	6,22	6,52	6,84	7,19				
São João da Cariri																
Urbana	58.720	61.728	67.086	72.909	79.238	86.117	1,86	1,96	2,13	2,31	2,51	2,73	6,44	7,42	4,11	
Rural	61.078	63.868	68.804	74.122	79.850	86.021	1,94	2,03	2,18	2,35	2,53	2,73				
Pecuária	80.499	80.499	80.499	80.499	80.499	80.499	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55				
Total	200.298	206.095	216.390	227.530	239.588	252.637	6,35	6,54	6,86	7,21	7,60	8,01				
São José dos Cordeiros																
Urbana	62.112	67.872	78.682	91.214	105.742	122.584	1,97	2,15	2,49	2,89	3,35	3,89	10,18	12,07	6,35	
Rural	103.186	107.899	116.238	125.221	134.899	145.324	3,27	3,42	3,69	3,97	4,28	4,61				
Pecuária	150.660	150.660	150.660	150.660	150.660	150.660	4,78	4,78	4,78	4,78	4,78	4,78				
Total	315.958	326.430	345.579	367.095	391.300	418.568	10,02	10,35	10,96	11,64	12,41	13,27				
Serra Branca																
Urbana	211.168	230.749	321.001	372.128	431.399	500.109	6,7	7,5	10,2	11,8	13,7	15,9	13,15	20,25	8,23	
Rural	88.562	95.131	107.583	121.666	137.592	155.603	2,8	3,0	3,4	3,9	4,4	4,9				
Pecuária	101.886	101.886	101.886	101.886	101.886	101.886	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2				
Total	401.616	427.765	530.470	595.680	670.877	757.598	12,7	13,6	16,8	18,9	21,3	24,0				
Soledade																
Urbana	401.427	438.650	610.219	707.411	820.083	950.701	12,7	13,9	19,3	22,4	26,0	30,1	22,12	34,29	14,22	
Rural	131.437	137.440	148.062	159.505	171.832	185.112	4,2	4,4	4,7	5,1	5,4	5,9				
Pecuária	143.096	143.096	143.096	143.096	143.096	143.096	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5				
Total	675.959	719.186	901.377	1.010.011	1.135.011	1.278.909	21,4	22,8	28,6	32,0	36,0	40,6				
Taperoá																
Urbana	364.714	394.916	450.912	617.818	705.419	805.442	11,6	12,5	14,3	19,6	22,4	25,5	22,80	32,66	13,52	
Rural	190.019	198.698	214.055	230.598	248.419	267.618	6,0	6,3	6,8	7,3	7,9	8,5				
Pecuária	144.773	144.773	144.773	144.773	144.773	144.773	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6				
Total	699.506	738.387	809.740	993.188	1.098.612	1.217.833	22,2	23,4	25,7	31,5	34,8	38,6				
Tenório																
Urbana	46.621	48.750	52.518	56.577	60.949	65.659	1,5	1,5								

Anexo B - Disponibilidade, Potencialidade e Outorga por sub-bacia na Bacia do Rio Taperoá								
SUB-BACIAS	Açude	Disponibilidade (l/s)				Potencialidade (l/s)	Outorga Abastecimento (m3/h)	Outorga Abastecimento (l/s)
		100%	95%	90%	85%			
1.Sub-bacia Taperoá	Jeremias	5,97	12,34	18,52	22,91	80,78	84,40	23,44
	Taperoá II	46,27	87,06	120,54	144,29	557,34	82,40	22,89
2.Sub-bacia Lagoa do Meio	Lagoa do Meio	6,94	26,19	36,21	46,23	143,17	86,50	24,03
3.Sub-bacia Livramento	Livramento	-	1,17	2,54	3,42	9,14	78,20	21,72
	Salitre	8,06	14,97	20,01	25,40	62,70	-	-
4.Sub-bacia Mucutu	Barra	-	0,05	0,10	0,14	142,07	86,40	24,00
	Mucutu	238,58	319,38	372,14	412,04	751,72	-	-
5.Sub-bacia Cordeiros	São José dos Cordeiros	-	0,38	3,16	5,79	146,94	13,10	3,64
6.Sub-bacia Farias	Namorados	-	-	-	-	10,55	18,50	5,14
7.Sub-bacia Serra Grande	Serra Branca I	2,13	12,15	18,01	24,25	39,58	-	-
	Serra Branca II	-	-	-	-		66,40	18,44
8.Sub-bacia Boa Vista	Boa Vista	2,28	7,28	11,17	15,06	54,21	24,80	6,89
9.Sub-bacia Soledade	Gurjão	-	0,11	1,61	5,22	101,84	15,00	4,17
	Santa Tereza	-	-	-	-	213,95	-	-
	Olivedos	-	5,67	13,93	20,90	110,73	17,00	4,72
	Soledade	84,82	135,93	162,69	187,04	496,34	-	-
	João Medeiros	-	0,48	3,35	5,74	51,30	-	-

Fonte: SEMARH (2003) / PERH - PB(2004) / AAGISA (2004)

Anexo C - Outorga por Sub-Bacia e Município na Bacia do Taperoá											
SUB-BACIAS	Açudes	Nome do Outorgado	Fonte Hídrica	Uso da Água	Vazão Outorgada			Disponibilidade = Vazão Outorgável(l/s)			
					m³/h	l/s	m³/ano	100%	95%	90%	85%
1.Sub-bacia do Taperoá	Jeremias	José Soares Sobrinho	Barragem Rio Taperoá	Irrigação	5,54	1,54	13.780,78	5,97	12,34	18,52	22,91
		CAGEPA	Açude Jeremias	Abastecimento	84,40	23,44	739.059,30				
	Taperoá II	CAGEPA	Açude Manoel Marcondes Taperoá II	Abastecimento	82,40	22,90	721.780,20	46,27	87,06	120,54	144,29
TOTAL					172,34	47,88	1.474.620,28	52,24	99,40	139,06	167,20
2.Sub-bacia Lagoa do Meio	Lagoa do Meio	CAGEPA	Açude Lagoa do Meio	Abastecimento	86,5	24,00	757.652,40	6,94	26,19	36,21	46,23
TOTAL					86,5	24,00	757.652,40	6,94	26,19	36,21	46,23
3.Sub-bacia Livramento	Livramento	Ass. Com. Plombeiros S. S. E. Matinha	Poço Tubular	Humano	4,80	1,33	41.472,00	-	1,17	2,54	3,42
		CAGEPA	Açude Livramento	Abastecimento	78,2	21,72	685.448,10				
	Salitre	-	-	-	-	-	-	8,06	14,97	20,01	25,40
TOTAL					83,00	23,05	726.920,10	0,00	1,17	2,54	3,42
4.Sub-bacia Mucutu	Barra	CAGEPA	Açude Barra	Abastecimento	86,4	24,00	757.652,40	-	0,05	0,10	0,14
		CAGEPA	Poço Amazonas	Abastecimento	15,53	4,30	136.043,00				
		Assoc. Com. Unha de Gato e Senete	Poço Tubular	Humano	2,30	0,67	10.512,00				
	Mucutu	Lavras Santo Amaro S/A	Poço Tubular	Industrial	2,30	0,64	4.857,60	238,58	319,38	372,14	412,04
TOTAL					106,63	29,61	909.065	238,58	319,43	372,24	412,18
5.Sub-bacia Cordeiros	São José dos Cordeiros	CAGEPA	Açude São José	Abastecimento	13,1	3,64	114.909,30	-	0,38	3,16	5,79
		TOTAL			13,1	3,64	114.909,3				
6.Sub-bacia Fariás	Nemorados	Arapá Laticínios e Pecuária Ltda.	Poço Tubular	Industrial	0,30	0,083	3.650,00	-	-	-	-
		Josilton P. Araujo - Água Pura	Poço Tubular	Industrial	1,00	0,27	1.920,00				
		CAGEPA	Açude Nemeçados	Abastecimento	18,50	5,14	162.344,70				
		CAGEPA	Poço Amazonas	Abastecimento	28,0	7,78	245.280,00				
TOTAL					47,80	13,273	413.194,70	-	-	-	-
7.Sub-bacia Serra Grande	Serra Branca I e II	Puríssima Com Águas Desulfuradas	Poço Tubular	Industrial	2,50	0,69	6.000,00	2,13	12,15	18,01	24,25
		Ass. Desenv. Com. Serinha B. e P. Ferro	Poço Tubular	Humano	2,30	0,64	10.074,00				
		Assoc. Com. Sítio Garrão	Poço Tubular	Humano	2,10	0,58	9.198,00				
		Assoc. Comunitária do Jumbá	Poço Tubular	Humano	2,60	0,72	11.388,00				
		Assoc. Com. Sítio Purcão	Poço Tubular	Humano	2,10	0,58	9.198,00				
		CAGEPA	Açude Serra Branca II	Abastecimento	66,40	18,40	581.445,00				
		CAGEPA	Açude Serra Branca I	Abastecimento	66,40	18,40	581.445,00				
		Assoc. Comum do Candeio	Poço Tubular	Humano	8,00	2,22	35.040,00				
TOTAL					152,40	42,23	1.243.788,00	2,13	12,15	18,01	24,25
8.Sub-bacia Boa Vista	Boa Vista	CAGEPA	Açude Boa Vista	Abastecimento	24,80	6,90	217.335,600	2,28	7,28	11,17	15,06
TOTAL					24,80	6,90	217.335,60	2,28	7,28	11,17	15,06
9.Sub-bacia Soledade	Gurjão	CAGEPA	Açude Gurjão	Abastecimento	15,00	4,16	131.531,40	-	0,11	1,61	5,22
		CAGEPA	Poço Amazonas	Abastecimento	1,70	0,47	42.048,00				
	Santa Tereza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Oliveiras	CAGEPA	Açude Oliveiras	Abastecimento	17,00	4,72	149.073,30	-	3,67	13,93	20,9
	Soledade	CAGEPA	Açude Soledade	Abastecimento	90,70	25,19	794.838,60	-	-	-	-
João Medeiros	-	-	-	-	-	-	-	0,48	3,35	5,74	
TOTAL					124,4	34,54	1.117.491,30	0,00	6,26	18,89	31,86

Fonte: CAGEPA/SEMARH - 2014

Anexo D - Articulação das Potenciais Entidades dos Comitês por Sub-bacia e Município da Bacia do Taperoá - Atores Governamentais		
SUB-BACIAS	Municípios	Atores Governamentais
1.Sub-bacia Taperoá	Cacimbas	Prefeitura Municipal
	Desterro	Prefeitura Municipal / EMATER / CAGEPA
	Taperoá	Prefeitura Municipal / CAGEPA
2.Sub-bacia Lagoa do Meio	Taperoá	Prefeitura Municipal / CAGEPA
3.Sub-bacia Livramento	Livramento	Prefeitura Municipal / EMATER / CAGEPA
4.Sub-bacia Mucutu	Tenório	Prefeitura Municipal
	Juazeirinho	Prefeitura Municipal
	Santo André	Prefeitura Municipal
	Juazeirinho	Prefeitura Municipal
	Assunção	Prefeitura Municipal
	Junco do Seridó	Prefeitura Municipal
5.Sub-bacia Cordeiros	São José dos Cordeiros	Prefeitura Municipal / CAGEPA
6.Sub-bacia Farias	São João do Cariri	Prefeitura Municipal / EMATER / CAGEPA
7.Sub-bacia Serra Grande	Serra Branca	Prefeitura Municipal / EMATER / CAGEPA / DNOCS
8.Sub-bacia Boa Vista	Boa Vista	Prefeitura Municipal
	Pocinhos	Prefeitura Municipal / EMATER / CAGEPA
9.Sub-bacia Soledade	Gurjão	Prefeitura Municipal / CAGEPA
	Olivedos	Prefeitura Municipal / CAGEPA
	Soledade	Prefeitura Municipal / EMATER / CAGEPA / DNOCS

Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba - 2004