UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA

GILSON DUARTE DE MELO

PLANEJAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERIDÓ, NO RIO GRANDE DO NORTE

Natal
2008

Gilson Duarte de Melo

PLANEJAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERIDÓ, NO RIO GRANDE DO NORTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Sanitária.

Orientador: Prof. Dr. João Abner Guimarães Júnior

Natal
2008

Divisão de Serviços Técnicos
Catalogação da Publicação na Fonte. UFRN / Biblioteca Central Zila Mamede

Melo, Gilson Duarte de.
Planejamento dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Seridó, no Rio Grande do Norte / Gilson Duarte de Melo. – Natal, RN, 2008.
169 p.

Orientador : João Abner Guimarães Júnior.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária.

1. Água – Dissertação. 2. Água – Escassez – Dissertação. 3. Recursos hídricos – Dissertação. 4. Semi-árido – Rio Grande do Norte – Dissertação. 5. Políticas públicas – Dissertação. 6. Desenvolvimento sustentável – Dissertação. 7. Seridó, Região do (RN) – Dissertação. I. Guimarães Júnior, João Abner. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

RN/UF/BCZM CDU 628.1

GILSON DUARTE DE MELO

PLANEJAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERIDÓ, NO RIO GRANDE DO NORTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Sanitária.

BANCA EXAMINADORA

_____
Dr. João Abner Guimarães Júnior – Orientador

_____
Dr. Antonio Marozzi Righetto – Co-orientador

_____
Dr. Arthur Mattos – Examinador UFRN

_____
Dr. Eduardo Enéas de Figueiredo – Examinador Externo UFCG

Natal, 04 de janeiro de 2008

Aos meus pais *(in memorian)*

À minha esposa Marione Melo e

Aos meus filhos Rafael e Sara Lisiane.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida que me concedeu e pela oportunidade de estudar, aprofundando os meus conhecimentos na carreira profissional que abracei.

Ao Prof. Dr. João Abner Guimarães Júnior, pelo apoio e orientação na realização deste trabalho.

Aos demais professores do Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária – PPgES da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, pela dedicação ao ensino das disciplinas ministradas neste curso.

Aos colegas do Curso de Mestrado do PPgES, pelo convívio e colaboração nos estudos e realização de trabalhos em grupo durante o tempo de aulas.

À Secretaria de Estado de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte – SERHID, ao Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte – IGARN, à Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN e à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN, pelo fornecimento de dados e informações que, como subsídios, em muito contribuíram para o alcance do objetivo deste trabalho.

À Caixa Econômica Federal, representada pela pessoa do Sr. Sebastião Clementino de Souto Júnior, gestor da Gerência de Filial de Administração de Recursos de Terceiros – GITER/NA à época, pela liberação para assistir às aulas constantes do currículo do curso.

Por fim, porém em especial, à minha esposa Marione Melo e aos meus filhos Rafael e Sara Lisiane, pelo apoio e compreensão nos momentos ausentes, com vistas à concretização desta conquista.

[O mundo não está "ficando sem água"; o problema é que a água não está sempre disponível quando e onde o homem precisa. O clima, variações sazonais, secas e enchentes contribuem para condições locais extremas]

(Revista "Água – Fatos e tendências")

RESUMO

O presente trabalho tem o propósito de planejar a utilização e o manejo necessário dos recursos hídricos da bacia do rio Seridó, no Estado do Rio Grande do Norte, com ênfase na quantidade de água superficial disponível na região, para abastecimento humano prioritário, de forma sustentável. Com base nos dados e informações coletadas junto aos órgãos públicos responsáveis pela gestão dos recursos hídricos no Estado do Rio Grande do Norte, bem como em outros trabalhos relacionados à linha de pesquisa “recursos hídricos”, foi efetuado o balanço hídrico da bacia em estudo, cujo resultado sugeriu a transposição de águas da bacia do rio Piranhas-Açu, através da captação nas Barragens Oiticica e Engº Armando Ribeiro Gonçalves, de modo integrado à construção de 02 (duas) centrais hidrelétricas e 02 (duas) estações elevatórias, para bombear a água necessária à demanda prevista para o horizonte do ano 2020, para alguns açudes públicos mais importantes da região. Assim, com o aproveitamento do potencial hídrico superficial existente na região, foi demonstrado que, ao contrário das políticas públicas implementadas no passado e atuais pelos governos federal e estadual, pode-se atender às demandas hídricas atualmente existentes e às futuras, de modo sustentável, sem a necessidade de importação de água exógena à bacia da região. Por fim, foi proposta a implantação do Plano de Recursos Hídricos do Seridó – PRHS, cujo principal objetivo consiste em propiciar o desenvolvimento auto-sustentável, diminuindo significativamente os efeitos das secas na região Seridó, RN, com base nos princípios básicos de sustentabilidade econômica, social e ambiental, que nortearam o estudo.

Palavras-chave: Água; Escassez; Recursos hídricos; Semi-árido; Políticas públicas; Desenvolvimento sustentável; Região Seridó.

ABSTRACT

The present research has the purpose of planning the management of the water resources of the Seridó River watershed, in the state of Rio Grande do Norte, Brazil. It has an emphasis on the amount of surface water available in this region, to provide a sustainable water supply. Based on data and information collected from public departments responsible for the management of the water resources of the Rio Grande do Norte state, well as on researches related to “water resources”, a watershed balance was done, and the results suggested the transposition of the waters from the Piranhas-Açu river watershed taken from the Oiticica and Armando Ribeiro Gonçalves reservoirs, integrated with the construction of 2 hidroelectrical plants and 2 elevation stations, to pump the amount of water needed to the expected demand in some public dams of the region until 2020. So, with the use of the surface water potential that exists in the region, it was demonstrated that, on the contrary of the public policies implemented in the past and in the current by the federal and state realm, it is possible to supply the currently water demands and also the future ones, in a sustainable way, without the need of importing outter water to the respective watershed. Finally, it was proposed the implementation of the Water Resources Plan in the Seridó region – WRPS, aiming at providing an auto-sustainable development by significantly diminishing the effects of the dry seasons in that region, by considering the economic, social and environmental sustainability.

Keywords: Water; Scarceness; Hydraulic resources; Semi-arid; Public policies; Sustainable development; Seridó region.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AERH – Área de Elevado Risco Hídrico
ANA – Agência Nacional de Águas
ARG – Armando Ribeiro Gonçalves (barragem)
ASA – Articulação no Semi-Árido brasileiro
BIRD – Banco Mundial
BR – Brasil
CAERN – Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte
CBGB – Comitê Brasileiro de Grandes Barragens
CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco
CE – Ceará
CEF – Caixa Econômica Federal
CMMAD – Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento
CNUMAD – Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
COGERH – Coordenadoria de Gestão de Recursos Hídricos
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
DHS – Desenvolvimento Humano Sustentável
DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contras as Secas
DOU – Diário Oficial da União
EMPARN – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte
ETA – Estações de Tratamento de Água
FNS – Fundação Nacional de Saúde
IAP – Índice de Ativação da Potencialidade
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICP – Índice de Comprometimento com a Poluição
IDEC – Instituto de Desenvolvimento do Rio Grande do Norte
IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do RN
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
IDH-C – Índice de Desenvolvimento Humano Comunitário
IGARN – Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte
IPH – Índice de Pobreza Humana

IQA – Índice de Qualidade das Águas
IQV – Índice de Qualidade de Vida
IUD – Índice de Utilização da Disponibilidade
IUP – Índice de Utilização da Potencialidade
MMA – Ministério do Meio Ambiente
NE – Nordeste
OD – Oxigênio Dissolvido
ODM – Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
OMS – Organização Mundial de Saúde
ONG – Organização Não Governamental
ONU – Organização das Nações Unidas
P1MC – Programa Um Milhão de Cisternas Rurais
PAC – Plano de Aceleração do Crescimento
PB – Paraíba
PDSS – Plano de Desenvolvimento Sustentável do Seridó
PE – Pernambuco
PERH – Política Estadual de Recursos Hídricos
PERH/RN – Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte
PIB – Produto Interno Bruto
PISF – Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional
PLIRHINE – Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil
PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio
PNPB – Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel
PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PRHS – Plano de Recursos Hídricos do Seridó
PRODES – Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas
RDH – Relatório de Desenvolvimento Humano
RN – Rio Grande do Norte
SAB – Semi-Árido Brasileiro
SEBRAE – Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SERHID – Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte
SIGERH – Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos

SINGERH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SSARR – *Stream Flow Synthesis and Resarvoir Regulation*

SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

UNESCO – *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*

UP – Unidade de Planejamento

WWF – *World Wildlife Fund*

ZH – Zona Homogênea

LISTA DE FIGURAS E ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Municípios com IDH menor ou igual a 0,500 – (%) por região 32
Figura 2 – PIB e PIB *per capita* do Brasil (2000 a 2006) – crescimento (%) 33
Figura 3 – Crescimento real do PIB Bruto dos Estados do NE (1985 a 2001) .. 34
Figura 4 – Evolução do PIB Bruto do RN, NE e Brasil (1994 a 2001) 34
Figura 5 – PIB Bruto dos Estados do Nordeste (2001) 35
Figura 6 – Modelo de sistema hidrológico simples 41
Figura 7 – Esquema de uma bacia hidrográfica 42
Figura 8 – Esquema de um reservatório 43
Figura 9 – Percentual de atendimento com saneamento (2005 e PAC-2010) ... 54
Figura 10 – Mapa de adutoras do Rio Grande do Norte 69
Figura 11 – Distribuição da água, da superfície e da população (% do Brasil) .. 72
Figura 12 – Disponibilidade hídrica do Brasil (algumas regiões hidrográficas) .. 73
Figura 13 – Regiões hidrográficas do Brasil 73
Figura 14 – Boletim limnimétrico mensal – açude Zangarelhas (J. Seridó) 79
Figura 15 – Boletim limnimétrico mensal – açude Caldeirão (Parelhas) 79
Figura 16 – Boletim limnimétrico mensal – açude Dourado (C. Novos) 79
Figura 17 – Boletim limnimétrico mensal – açude Cruzeta (Cruzeta) 80
Figura 18 – Boletim limnimétrico mensal – açude Marechal Dutra (Acari) 80
Figura 19 – Boletim limnimétrico mensal – açude Sabugi (S. J. do Sabugi) 80
Figura 20 – Boletim limnimétrico mensal – açude Itans (Caicó) 81
Figura 21 – Mapa político-administrativo do Rio Grande do Norte 84
Figura 22 – Mapa das bacias hidrográficas do Rio Grande do Norte 85
Figura 23 – Mapa da bacia hidrográfica do rio Seridó 86
Figura 24 – Sub-bacias do rio Seridó, RN 87
Figura 25 – Municípios por sub-bacia do rio Seridó, RN 87
Figura 26 – Açudes por sub-bacia do rio Seridó, RN 88
Figura 27 – Vegetação predominante no Seridó, RN: Caatinga 88
Figura 28 – Percentuais de culturas temporárias (1999) 97
Figura 28.1 – Percentuais de culturas permanentes (1999) 97
Figura 29 – Exportações dos principais produtos (2000 e 2001) 98
Figura 30 – Índice de Qualidade das Águas – IQA (2005) 113
Figura 31 – Índice de Qualidade das Águas – IQA (2006) 114
Figura 32 – PIB Bruto dos Estados do Nordeste (2004) 115

Figura 33 – PIB *per capita* dos Municípios do Seridó (2004) 116
Figura 34 – Boletim limnimétrico mensal – açude Armando Ribeiro Gonçalves. 132
Figura 35 – Áreas de influência dos sistemas adutores projetados 137
Figura 36 – Esquema do Sistema adutor Seridó 141
Figura 37 – Esquema do Sistema adutor Serra de Santana 144
Figura 38 – Esquema da adutora Florânia-Currais Novos 144

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação dos indicadores sócio-econômicos 30
Quadro 2 – Situação dos recursos hídricos no Semi-Árido 36
Quadro 3 – Índice de Qualidade das Águas (IQA) 37
Quadro 4 – Disponibilidade hídrica social – algumas Regiões do Brasil (2000). 38
Quadro 5 – Quantidade de água necessária à produção de alguns bens 48
Quadro 5.1 – Quantidade de água necessária à produção de outros bens 48
Quadro 6 – Classificação de açudes segundo o volume e a bacia hidrográfica. 50
Quadro 7 – Classificação da dimensão de barragens do CBGB 50
Quadro 8 – Número e volume dos açudes por sub-bacia do rio Seridó, RN 78
Quadro 9 – Situação atual dos principais açudes da bacia do rio Seridó, RN ... 78
Quadro 10 – Precipitação média anual e desvio padrão na bacia do rio Seridó. 89
Quadro 11 – Freqüência relativa dos quadrimestres mais chuvosos (%) 90
Quadro 12 – Vazões médias anuais dos grandes açudes bacia rio Seridó, RN. 119

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados físicos e demográficos da bacia do rio Seridó, RN (2000) 83
Tabela 2 – Serviços básicos de saneamento 111
Tabela 3 – Consumo de energia elétrica no Seridó (2005) 116
Tabela 4 – Número de consumidores de energia elétrica no Seridó (2005) 117
Tabela 5 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal no Seridó (2000) 118
Tabela 6 – Balanço hídrico da bacia hidrográfica do rio Seridó, RN 119
Tabela 7 – Consumo de água nos municípios da bacia do rio Seridó (2000) 120
Tabela 8 – Consumo por açude (ano 2000) 121
Tabela 9 – Consumo por sub-bacia (ano 2000) 121
Tabela 10 – Consumo de água nos municípios da bacia do rio Seridó (2020) .. 122
Tabela 11 – Consumo por açude (ano 2020) 123
Tabela 12 – Consumo por sub-bacia (ano 2020) 123
Tabela 13 – Capacidade dos açudes, potencialidades e demandas (2000) 124
Tabela 13.1 – Capacidade dos açudes, potencialidades e demandas (2020) ... 124
Tabela 14 – Indicadores de sustentabilidade hídrica por açude (2000) 125
Tabela 14.1 – Indicadores de sustentabilidade hídrica por sub-bacia (2000) 125
Tabela 15 – Indicadores de sustentabilidade hídrica por açude (2020) 126
Tabela 15.1 – Indicadores de sustentabilidade hídrica por sub-bacia (2020) 126
Tabela 16 – Acréscimo do IUD por açude (horizonte 2020 – ano 2000) 127
Tabela 16.1 – Acréscimo do IUD por sub-bacia (horizonte 2020 – ano 2000) ... 127
Tabela 17 – Diferenças hídricas alocáveis (horizonte: ano 2020) 130
Tabela 18 – Consumo de água humano na região Seridó/RN (ano 2000) 138
Tabela 18.1 – Consumo de água humano na região Seridó/RN (ano 2020) 139

APÊNDICE

Planilha A – Produto Interno Bruto (PIB) a preços correntes (2001 a 2004) 157
Planilha B – Produto Interno Bruto-PIB *per capita* Regiões Brasil (2001 a 2004). 158
Planilha C – Distritos com algum serviço de saneamento básico (2000) 159
Planilha D – Produção agrícola da bacia do rio Seridó, RN (Ano 2000) 160
Planilha E – Índice de Qualidade das Águas – IQA (Ano 2005) 161
Planilha F – Índice de Qualidade das Águas – IQA (Ano 2006) 161
Planilha G – Municípios e populações projetadas: urbana, rural e total 162
Planilha H – Memória de cálculos do sistema adutor Seridó 163
Planilha I – Memória de cálculos do sistema adutor Serra de Santana 164

ANEXOS

Anexo A – Bacia do rio Seridó/RN – Municípios e Populações Projetadas 165
Anexo B – Descarga regularizável de açudes com capacidade > 10milhões m^3 165
Anexo C – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal das UF do Brasil 166
Anexo D – Características gerais da barragem de Oiticica 167
Anexo E – Planta baixa da barragem Oiticica 169
Anexo F – Perfil longitudinal da barragem Oiticica 169

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO 20

1.1 – RELEVÂNCIA 21

1.2 – JUSTIFICATIVA 22

1.3 – OBJETIVOS 23

1.3.1 – GERAL 23

1.3.2 – ESPECÍFICOS 23

2 – REVISÃO DE LITERATURA 25

2.1 – INTRODUÇÃO 25

2.2 – ASPECTOS CONCEITUAIS 25

2.2.1 – DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL 25

2.2.2 – INDICADORES SÓCIO-ECONÔMICOS 29

2.2.3 – INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA 35

2.2.4 – INDICADORES NA GESTÃO DAS ÁGUAS 36

2.2.5 – PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS 38

2.2.6 – BACIA HIDROGRÁFICA 40

2.2.7 – BALANÇO HÍDRICO 41

2.3 – A ESCASSEZ DE ÁGUA E AS POLÍTICAS PÚBLICAS NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO (SAB) 44

2.3.1 – ASPECTOS GERAIS 44

2.3.2 – AÇUDAGEM 49

2.3.3 – IRRIGAÇÃO 51

2.3.4 – SANEAMENTO 52

2.3.5 – PLANOS E PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS SETORIAIS E DE LARGO ALCANCE 54

2.4 – A GESTÃO DAS ÁGUAS NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO 58

2.5 – A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO SERIDÓ (RN) 64

2.6 – LEGISLAÇÕES FEDERAL E ESTADUAL 70

2.7 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA 71

2.8 – HISTÓRICO E SITUAÇÃO ATUAL DOS AÇUDES DA BACIA DO RIO SERIDÓ, RN 76

2.9 – ÁREA DE ESTUDO E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E REGIONAIS 82

2.9.1 – INTRODUÇÃO 82

2.9.2 – Área da bacia, zonas homogêneas e municípios da região 82
2.9.3 – Localização e população 82
2.9.4 – Clima, bioma, precipitação, evapotranspiração, temperatura média e umidade relativa do ar 88
2.9.5 – Geologia 90
2.9.6 – Geomorfologia 90
2.9.7 – Pedologia 91
2.9.8 – Indicadores potenciais de avaliação 91
2.9.8.1 – Dimensão ambiental 91
2.9.8.2 – Dimensão tecnológica 94
2.9.8.3 – Dimensão econômica 94
2.9.8.4 – Dimensão sócio-cultural 101
2.9.8.5 – Dimensão político-institucional 101
2.9.8.6 – Dimensão agrícola (terras agricultáveis) 101
3 – METODOLOGIA 103
3.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS 103
3.2 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 104
3.2.1 – Gestão dos recursos hídricos da região seridó, rn 105
3.2.2 – Situação atual do saneamento na região em estudo 105
3.2.3 – Conflitos no uso múltiplo da água 105
3.2.4 – Indicadores potenciais de avaliação 105
3.2.5 – Balanço hídrico da bacia hidrográfica 106
3.2.6 – Balanço hídrico dos açudes (disponibilidade – demanda) 106
3.2.7 – Índices de sustentabilidade hídrica 107
3.2.8 – Diagnóstico dos recursos hídricos da bacia hidrográfica 107
3.2.9 – Análise dos resultados 108
3.2.10 – Proposta de plano 108
4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES 110
4.1 – GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO SERIDÓ, RN ... 110
4.2 – SITUAÇÃO ATUAL DO SANEAMENTO NA REGIÃO EM ESTUDO ... 111
4.3 – CONFLITOS NO USO MÚLTIPLO DA ÁGUA 112
4.4 – INDICADORES POTENCIAIS DE AVALIAÇÃO 112
4.4.1 – Dimensão ambiental 112
4.4.2 – Dimensão econômica 114
4.4.3 – Dimensão sócio-cultural 117

4.5 – BALANÇO HÍDRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA 118
4.6 – BALANÇO HÍDRICO DOS AÇUDES (DISPONBILIDADE – DEMANDA) 120
4.6.1 – DEMANDA HÍDRICA 120
4.6.2 – POTENCIALIDADES, DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS 124
4.7 – ÍNDICES DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA 125
4.8 – DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA 127
4.9 – ANÁLISE DOS RESULTADOS 128
4.10 – PROPOSTA DE PLANO 134
4.10.1 – CONCEPÇÃO 134
4.10.2 – PRINCÍPIOS BÁSICOS 134
4.10.3 – ÁREA DE ABRANGÊNCIA 134
4.10.3.1 – Microrregião Serra de Santana 135
4.10.3.2 – Microrregião Seridó Oriental 135
4.10.3.3 – Micrrorregião Seridó Ocidental 136
4.10.3.4 – Microrregião Vale do Açu 136
4.10.4 – SISTEMAS ADUTORES 136
4.10.4.1 – População atendida 138
4.10.4.2 – Sistema adutor Seridó 140
4.10.4.3 – Sistema adutor Serra de Santana 141
4.10.5 – CENTRAIS HIDRELÉTRICAS 145
4.10.5.1 – Central hidrelétrica Oiticica 145
4.10.5.2 – Central hidrelétrica Armando Ribeiro Gonçalves (ARG) ... 145
5 – CONCLUSÕES 146
5.1 – CONSIDERAÇÕES FINAIS 146
5.2 – SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES 147
REFERÊNCIAS BILIOGRÁFICAS 150

1 – INTRODUÇÃO

A água é um bem comum a toda a humanidade. Ela influencia, diretamente, a saúde, a qualidade de vida e o desenvolvimento do ser humano. Para a Organização Mundial de Saúde (OMS) e seus países membros, *"todas as pessoas, em quaisquer estágios de desenvolvimento e condições sócio-econômicas, têm o direito de ter acesso a um suprimento adequado e seguro de água potável".*

Como elemento vital, a água é fator indispensável à fixação e ao bem-estar do homem e recurso natural essencial ao desenvolvimento das atividades antrópicas em uma determinada região, resultando, daí, a preocupação que se tem em preservá-la. Entretanto, a crescente demanda do seu consumo (abastecimento humano, industrial e agrícola), agravada pela poluição dos mananciais, vem, cada vez mais, provocando sua escassez, principalmente em escala regional, o que se constitui um grande problema para a humanidade de um modo geral.

Nesse contexto, destaca-se a região Nordeste do Brasil que tem sofrido, historicamente e de forma contínua, os efeitos de freqüentes e prolongadas estiagens, com sérias conseqüências para a sua população. As causas são bastante conhecidas, mas ainda carecem de políticas públicas consistentes e bem estruturadas para o enfrentamento da problemática. O correto e adequado aproveitamento dos escassos recursos hídricos é a condição indispensável, embora insuficiente, à superação da situação de subdesenvolvimento econômico e social da região semi-árida do Nordeste brasileiro (CIRILO *et al.,* 2003).

Segundo esses autores, a política de acumulação de água em açudes, típica dessa região, tem sido conduzida sob duas formas: a primeira consiste em grandes reservatórios, com capacidade de regularização plurianual em bacias hidrográficas de maior porte. Esse tipo de reservatório, com capacidade da ordem de centenas de milhões de metros cúbicos, encontra-se presente em diversos estados nordestinos (da ordem de 400 grandes reservatórios públicos); a segunda forma é através da acumulação em pequenos e médios reservatórios – os chamados barreiros – espalhados, em grande número, por toda a região (em torno de 70.000 pequenos e médios reservatórios).

O Semi-Árido Brasileiro (SAB) é um dos mais chuvosos do mundo, com uma precipitação média na Região de 500 mm/ano nos últimos 50 anos (SILVA, 2000), dado que confirma o Trabalho de pesquisa efetuado pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN em 1998, na bacia do rio Piranhas-Açu, incluindo a do rio Seridó, RN, conforme Quadro 10.

No entanto, os altos índices de evaporação (de 2.000 a 2.500 mm/ano), trazem sérios problemas à política de acumulação de água, principalmente à pequena açudagem, que não resiste aos efeitos da seca prolongada e, uma vez decretada a situação de emergência – com a qual sempre conviveu (e ainda convive) o nordestino da região semi-árida – repete-se a velha política de “carros-pipa”, “cestas básicas” e as conhecidas “frentes de emergência”, cujos programas não passam de paliativos.

O planejamento do uso dos recursos hídricos, mesmo o de pequeno porte, em forma de programas, deve visar ao desenvolvimento sustentável de uma região, contribuindo, assim, para a melhoria das condições e da qualidade de vida do homem, principalmente do agricultor rural e de sua família (política de convivência com o Semi-árido).

Assim, em consonância com a legislação da política de recursos hídricos, tanto em nível nacional quanto estadual, esse trabalho sugere a implementação de um Programa Integrado na área de abastecimento humano, com vistas ao desenvolvimento sustentável no aproveitamento desses recursos em uma região semi-árida do seridó potiguar, carente de água de boa qualidade, cujo uso prioritário é o abastecimento humano.

1.1 – RELEVÂNCIA

A irregularidade na distribuição das chuvas e a sucessão de períodos prolongados de seca constituem os principais problemas de escassez de água na região Nordeste do Brasil (NE). Por isso, as técnicas de armazenamento e manejo da água são muito importantes no aproveitamento dos recursos hídricos para os seus diversos usos.

A questão da escassez dos recursos hídricos tem sido um dos principais fatores restritivos ao desenvolvimento, em particular da região Seridó. Há alguns

anos, no período de 1998 a 2003, muitos dos reservatórios encontravam-se secos, comprometendo o abastecimento d'água daquela região do Estado potiguar. A região do Seridó é muito importante para todo o Estado do Rio Grande do Norte, destacando-se pela história e cultura do seu povo, tradições, economia, etc., e nela há potencial para o seu desenvolvimento econômico e bem-estar social, de forma sustentável.

1.2 – JUSTIFICATIVA

Apesar da infra-estrutura existente na região seridoense, não há prioridade de políticas públicas, de forma integrada aos aspectos sócio-econômicos.

Considerando a grande carência de água, principalmente nos períodos de estiagem, faz-se necessário desenvolver um trabalho de pesquisa, a fim de subsidiar a formulação de um futuro Plano de Recursos Hídricos do Seridó – PRHS, contextualizando a gestão dos recursos hídricos no Estado e efetuando estudo e análise a partir do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte – PERH/RN, de 1998.

Para tanto, é importante o conhecimento prévio da legislação específica da política nacional dos recursos hídricos, do Plano de Desenvolvimento do Rio Grande do Norte para a região do Seridó e, em especial, dos princípios balizadores das políticas públicas na área de recursos hídricos e do desenvolvimento sustentável.

O presente trabalho consiste no planejamento da utilização dos recursos hídricos – águas superficiais – da região Seridó norte-riograndense e no desenvolvimento do balanço hídrico entre oferta-demanda, considerando a relação demanda/disponibilidade e a análise de risco de falha dos sistemas de abastecimento, com base nos estudos e nas políticas públicas que vêm sendo implementadas e propostas pelo Governo do Estado, ou seja, resume-se na elaboração de análise crítica e propositiva ao Plano de Desenvolvimento Sustentável para aquela região, denominado Plano de Recursos Hídricos do Seridó – PRHS.

Com a visão macro da região, foi definida e sugerida uma forma de alocação de água, confrontada a infra-estrutura existente com a demanda, identificadas as regiões críticas e os conflitos que existem quanto aos diversos usos (abastecimento humano, dessedentação animal, irrigação, etc). Não foram considerados os usos

destes últimos nem proposta solução detalhada para eles, embora se saiba que, com um adequado planejamento e uma gestão eficiente dos recursos hídricos, os conflitos são amenizados.

Portanto, esse trabalho propõe a implementação de um Plano contendo ações, projetos e programas, que sugere prioridades, fundamentado em princípios norteadores das políticas públicas que devem ser praticadas, bem como a quantificação do volume de água utilizado para o abastecimento humano para o horizonte de 2020, considerando a população projetada para aquele ano, com base no PERH/RN e confrontando com o ano de 2000, tendo em vista a importância desse conhecimento para o desenvolvimento sócio-econômico local e regional do Seridó/RN.

Por fim, espera-se que o fruto desse estudo sirva de subsídios para outras pesquisas na área, além da apreciação do Plano de Recursos Hídricos do Seridó – PRHS ao final apresentado, o qual, em sendo aceito pelos principais atores envolvidos (sociedade da região e órgãos governamentais), possa, por fim, ser implementado.

1.3 – OBJETIVOS

1.3.1 – GERAL

Contribuir para a implantação de um Plano de desenvolvimento sustentável na região do Seridó do Estado do Rio Grande do Norte, com foco nos recursos hídricos superficiais disponíveis.

1.3.2 – ESPECÍFICOS

- Levantar dados cadastrais por sub-bacia hidrográfica do rio Seridó (população e infra-estrutura dos municípios da região, sua caracterização, potencialidades, etc.);
- Diagnosticar a existência de possíveis conflitos no uso múltiplo da água;
- Analisar os planos e programas governamentais;
- Desenvolver diagnóstico da infra-estrutura hídrica existente, com vistas ao aproveitamento do seu potencial;
- Promover o balanço hídrico dos principais açudes da bacia em estudo;

- Identificar as alternativas técnicas com garantia hídrica para atender às atuais e futuras demandas das populações no horizonte de planejamento definido (2020), ou seja, otimizar o uso das águas dos açudes com sustentabilidade social e ambiental;
- Analisar a possibilidade de transposição de águas internas e externas à bacia em estudo e defini-la, se for o caso;
- Enfim, propor ações, programas e projetos de obras prioritárias de investimento na área de políticas públicas (gestão e infra-estruturas de recursos hídricos) em função dos indicadores diagnosticados na região.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – INTRODUÇÃO

Nesse item são apresentadas algumas citações bibliográficas de trabalhos com referências à linha de pesquisa (recursos hídricos de um modo geral) e questões relacionadas ao tema em estudo, que vêm sendo enfrentadas, além de alguns conceitos básicos afins, em que se fundamenta o desenvolvimento desse trabalho.

2.2 – ASPECTOS CONCEITUAIS

2.2.1 – DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O conceito de desenvolvimento sustentável mais citado e universalmente aceito é o da Comissão Brundtland (CMMAD, 1991 *apud* VIEIRA, 2002): “é aquele que atende às necessidades do presente, sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades”. Este conceito implica no uso racional dos recursos naturais, de forma a evitar o comprometimento do capital ecológico do nosso planeta.

Conforme CMMAD (1991, p. 46) *apud* TAYRA (2002), neste conceito foram embutidos pelo menos dois importantes princípios: o de *necessidades* e o da *noção de limitação*. O primeiro trata da eqüidade (necessidades essenciais dos pobres), e o outro se refere às limitações que o estágio da tecnologia e da organização social determina ao meio ambiente.

No relatório Brundtland, publicado pela Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) das Nações Unidas em 1987, consta uma série de medidas que deveriam ser tomadas pelos governos em nível internacional, entre as quais se destacam: “as organizações do desenvolvimento devem adotar a estratégia de desenvolvimento sustentável” e “a Organização das Nações Unidas (ONU) deve implantar um programa de desenvolvimento sustentável”.

Em 1992, quando da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – CNUMAD, realizada na cidade do Rio de Janeiro, ocorreu o lançamento da Declaração daquela cidade sobre o meio ambiente e

desenvolvimento, afirmando que a projeção de um futuro saudável estaria no desenvolvimento sustentável, único tipo de desenvolvimento capaz de trazer qualidade de vida e que implica mudança urgente dos padrões de consumo e produção (CEF, 2006).

Referido evento, realizado e aprovado pelos 180 países presentes, deu origem à Agenda 21, considerada a mais ampla iniciativa para promover justiça social, eficiência econômica e proteção ambiental: um plano de ação mundial para que fossem atingidos todos os objetivos pensados até então, relacionados com o desenvolvimento sustentável do planeta, ou seja, o desenvolvimento social e econômico estável, com distribuição das riquezas geradas, considerando-se a fragilidade e a interdependência dos recursos naturais.

Trata-se, portanto, de uma nova visão sobre um velho desafio: o desenvolvimento. Nesta nova ótica, a noção de desenvolvimento, por muito tempo identificado ao progresso econômico, extrapola o domínio da economia através da sua integração com as dimensões social, ambiental e institucional, apoiando-se em novos paradigmas (BRASIL, 2002).

MATTOS & MATTOS (2000) ratificam que o principal eixo do desenvolvimento sustentável é a busca da sustentabilidade, entendida como a capacidade das gerações presentes alcançarem suas necessidades sem comprometer a capacidade das gerações futuras também fazê-lo, e que a sustentabilidade ambiental é medida através do quociente de recursos não renováveis e renováveis, sendo que quanto maior for o índice resultante da relação melhor o desempenho do sistema.

Ainda segundo esses autores, pode-se entender o funcionamento do desenvolvimento sustentável como sendo a maximização dos benefícios líquidos do desenvolvimento econômico, mantendo os serviços de qualidade dos recursos naturais ao longo do tempo em benefício da humanidade.

O desenvolvimento econômico deve ser interpretado, portanto, de forma a não apenas incluir aumentos de renda *per capita*, mas também outros fatores de bem-estar social. Em 1990, por exemplo, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD introduziu um novo conceito sobre o desenvolvimento das nações: o Desenvolvimento Humano Sustentável (DHS). Este conceito defende e

promove a adoção de políticas públicas que consideram as pessoas, e não a acumulação de riqueza, o propósito final do desenvolvimento.

De acordo com RIO GRANDE DO NORTE (2000), o desenvolvimento sustentável pode ser entendido como sendo uma construção embasada, sobretudo, na ética, que subordina e integra a dinâmica econômica aos interesses sociais e às condições ambientais. Assim, deve ser visto como um processo de desenvolvimento da sociedade, no qual são compatibilizados, no tempo e no espaço, o crescimento econômico, a eqüidade social e a conservação do meio ambiente (VIEIRA, 2002). Para este autor, destacam-se algumas características essenciais ao desenvolvimento sustentável, quais sejam: a) processo contínuo; b) objetivos econômico, social e ambiental; c) harmonia entre esses objetivos; d) respeito às gerações futuras.

As ações, os projetos e os programas de um Plano de desenvolvimento devem ser elaborados em sintonia com o pensamento contemporâneo de planejamento, que o considera como um processo essencialmente político quanto à tomada de decisões, com base em instrumento próprio e capacidade técnica de organizar e processar informações sobre a realidade e seu contexto.

Apoiado nas dimensões “ambiental”, “tecnológica”, “econômica”, “sócio-cultural” e “político-institucional”, em setembro de 2000 foi elaborado o Plano de Desenvolvimento Sustentável do Seridó – PDSS, levando-se em consideração um processo de construção amplo, democrático e participativo da sociedade, a fim de que os seus interesses e aspirações autênticas e legítimas sejam incorporados e atendidos, motivo pelo qual se constituiu, nesse trabalho, uma das principais fontes de pesquisa.

Segundo o Instituto de Desenvolvimento do Rio Grande do Norte (IDEC) *apud* MELO (2002), uma região é considerada sustentável, do ponto de vista hídrico, quando o seu potencial hídrico – superficial e subterrâneo – é capaz de suprir suficientemente todas as demandas de água. A sustentabilidade se evidencia quando o balanço hídrico favorável se mantém em longo prazo.

O desenvolvimento de qualquer região, em especial o daquelas que sofrem com a escassez hídrica, somente é possível reduzindo-se o desperdício, recuperando a qualidade dos mananciais, racionalizando o consumo e avançando

na tecnologia racional de exploração hídrica, ou seja, promovendo um consistente programa de gerenciamento dos recursos naturais, em particular, dos recursos hídricos (LIMA *et al.*, 2000). Conclui o autor, afirmando que a água é fator de produção e de proteção responsável pela manutenção da vida, constituindo-se, de um modo geral, um patrimônio do planeta, de inegável importância para o desenvolvimento sustentável de todas as sociedades.

MAGALHÃES Jr. *et al.* (2003) registram que a descentralização e a participação na gestão das águas têm sido apontadas como pilares fundamentais na busca do desenvolvimento sustentável.

O desenvolvimento sustentável implica, portanto, não só uma nova relação entre crescimento econômico, eqüidade social e sustentabilidade ambiental, mas também uma nova relação política, econômica e social entre os agentes econômicos e os atores sociais envolvidos (LIMA *et al.*, 2000).

Para a CEF (2005), desenvolvimento sustentável é responsabilidade coletiva dos governos, empresas e cidadãos, sendo este um dos princípios da política ambiental daquela instituição financeira, e ela um agente repassador do “Programa Gestão de Recursos Hídricos”, que atua na despoluição de corpos d’água, recuperação e preservação de nascentes, mananciais e cursos d’água em áreas urbanas e prevenção dos impactos das secas e enchentes, tendo, inclusive, colaborado com estudos de viabilidade econômico-financeira para a concepção e implantação do Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas – PRODES.

O estabelecimento de uma parceria mundial para o desenvolvimento e a garantia da sustentabilidade ambiental se constituem parte dos “Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM)”, traçados e aceitos[1] por 191 (cento e noventa e um) Estados-Membros das Nações Unidas comprometidos com as questões mundiais, sendo uma das metas, até o ano de 2015, integrar os princípios do desenvolvimento sustentável e programas nacionais e reverter a perda de recursos ambientais, além de reduzir pela metade a proporção da população sem acesso permanente e sustentável à água potável, de forma segura, uma vez que a água e o saneamento são dois fatores ambientais chaves para a qualidade da vida humana.

[1] A “Declaração do Milênio” foi aprovada pelas Nações Unidas em setembro de 2000 (Agenda CEF, 2008).

Portanto, desenvolvimento sustentável significa compatibilidade do crescimento econômico com o desenvolvimento humano e qualidade ambiental, e o seu foco é muito mais que garantir o acesso a bens ambientais às atuais e às futuras gerações: é desenvolvimento equilibrado, com garantia da sobrevivência da própria humanidade.

2.2.2 – INDICADORES SÓCIO-ECONÔMICOS

Um dos principais desafios da construção do desenvolvimento sustentável é o de criar instrumentos de mensuração, tais como indicadores de desenvolvimento. Indicadores de desenvolvimento sustentável são instrumentos essenciais para guiar a ação e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado rumo ao desenvolvimento de forma sustentável (BRASIL, 2002).

Segundo o autor, a dimensão social dos indicadores de desenvolvimento sustentável corresponde, especialmente, aos objetivos ligados à satisfação das necessidades humanas, melhoria da qualidade de vida e justiça social, abrangendo os temas: população, eqüidade, saúde, educação, habitação e segurança. A dimensão econômica dos referidos indicadores trata do desempenho macroeconômico e financeiro, além dos impactos no consumo de recursos materiais e uso de energia primária.

Sendo um dos elementos indispensáveis à sobrevivência humana e ao desenvolvimento da região em que vivemos, a água deve ser preservada e bem gerida, cujo objetivo se traduz pela otimização da sua utilização, a fim de atender às demandas humana e econômica em quantidade e qualidade satisfatórias (CARVALHO, 2000).

Para esse autor, o desenvolvimento, em todas as suas formas, é função do grau de evolução da comunidade, em suas dimensões social, econômica, emocional, mental e transcendental. Para mensurar o grau de Desenvolvimento Humano Sustentável, a ONU, através do PNUD, instituiu os Índices de Desenvolvimento Humano, novos paradigmas de desenvolvimento humano, que têm o crescimento econômico como um meio e o ser humano como fim.

Por isso, as políticas públicas destinadas ao Nordeste brasileiro devem ter o desafio de minimizar as desigualdades interativas, atuando em favor do ser humano e visando, principalmente, o seu crescimento e desenvolvimento.

A seguir, quadro-resumo dos índices considerados pela ONU, contendo as suas principais características desejáveis e esperadas do processo de desenvolvimento humano. Tais índices são avaliados entre 0 (zero) e 1 (um) e enquadrados, basicamente, em três categorias de desenvolvimento (Quadro 1).

Quadro 1 – Classificação dos indicadores sócio-econômicos

CARACTERÍSTICAS	ÍNDICES DE DESENVOLVIMENTO	GRAU DE AVALIAÇÃO	CATEGORIA DA COMUNIDADE
Expectativa de vida Grau de conhecimento Renda per capita	Índice de Desenvolvimento Humano - IDH	menor que 0,500 entre 0,500 e 0,800 maior que 0,800	baixo desenvolvimento Médio desenvolvimento Alto desenvolvimento
Expectativa de vida Grau de conhecimento Acesso à saúde, transporte, segurança, etc.	Índice de Pobreza Humana - IPH*	menor que 0,500 entre 0,500 e 0,800 maior que 0,800	baixo nível de pobreza médio nível de pobreza alto índice de pobreza humana
Expectativa de vida Grau de conhecimento Renda familiar per capita	Índice de Desenvolvimento Humano Comunitário - IDH-C**	menor que 0,500 entre 0,500 e 0,800 maior que 0,800	baixo desenvolvimento médio desenvolvimento alto desenvolvimento
Expectativa de vida Grau de conhecimento Renda familiar per capita Habitação Infância Religião	Índice de Qualidade de Vida - IQV	menor que 0,500 entre 0,500 e 0,800 maior que 0,800	baixo desenvolvimento médio desenvolvimento alto desenvolvimento

Fonte dos dados: CARVALHO (2000)

(*) não é considerada a renda *per capita*
(**) Índice semelhante ao primeiro, porém com diferenças relativas quanto à dimensão “grau de conhecimento” (adotando-se o número médio de anos de estudo) e quanto à “renda” (elegendo-se a renda familiar *per capita*), permanecendo igual quanto à variável “expectativa de vida”.

O principal deles, adotado pela ONU, a partir de 1990, em seus Relatórios de Desenvolvimento Humano, o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH mede o nível de desenvolvimento de uma sociedade e tem por base o fato de que o desenvolvimento não pode ser mensurado apenas pela dimensão econômica.

Calculado anualmente para todos os países, o IDH combina a Esperança de vida ao nascer (componente longevidade), o Nível educacional, medido pela combinação entre *alfabetização adulta* (ponderação de 2/3) e a *taxa combinada de*

escolaridade (1/3), e o Nível de vida, medido pelo Produto Interno Bruto – PIB real *per capita* (PNUD, 2000 *apud* MAGALHÃES Jr. *et al.,* 2003), sendo que, para cada variável, são fixados valores mínimos e máximos, permitindo o cálculo de subíndices individuais (subíndice = valor atual – valor mínimo / valor máximo – valor mínimo), cuja média aritmética dos três índices (IDH-Renda, IDH-Longevidade e IDH-Educação) gera o IDH, que pode ser medido em níveis nacional, regional, estadual e municipal.

Para aferir o nível de desenvolvimento humano de municípios, as dimensões são as mesmas (renda, longevidade e educação), porém alguns dos indicadores usados são diferentes. Tais indicadores levados em conta no IDH Municipal (IDH-M) são mais adequados para avaliar as condições de núcleos sociais menores.

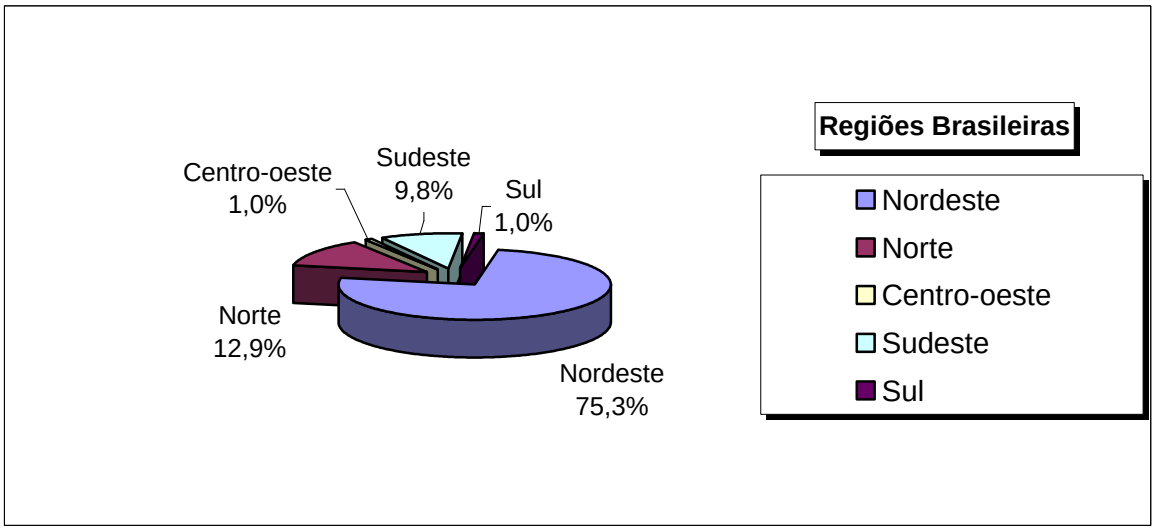
O desenvolvimento humano foi então definido como sendo a “expansão das capacidades básicas importantes para todas as pessoas, cuja falta impeça outras escolhas” (PNUD, 2000 *apud* MAGALHÃES Jr. *et al.,* 2003). De acordo com estes autores, uma das principais críticas feitas ao IDH foi a sua baixa capacidade em refletir o bem-estar humano e a qualidade de vida das pessoas.

O quarto índice incorpora as dimensões sociais, econômicas, emocionais, mentais, ambientais e religiosas, de modo a abranger, da melhor forma possível, o processo do desenvolvimento humano da comunidade, denominado de **Índice de Qualidade de Vida – IQV**. As características que representam este índice são semelhantes às dos demais, porém com maior diversidade, tais como:

- **expectativa de vida,** abrangendo a esperança de vida ao nascer e a taxa de mortalidade infantil;
- **grau de conhecimento,** compreendendo o número médio e porcentagem diferenciada de anos de estudo e taxa de analfabetismo em adultos;
- **renda**, que inclui renda familiar *per capita*, desigualdade de renda e poder aquisitivo;
- **habitação**, que inclui número de pessoas por domicílio, percentuais de domicílios com rede de abastecimento de água tratada e encanada, rede de coleta de esgotos e dimensionamento do processo de favelização;

- **infância**, abrangendo o número de crianças na escola e que trabalham para contribuir no sustento familiar, taxas de repetência e de evasão escolar; e, finalmente,
- **a religião,** que vai atuar como uma fonte de tolerância, de humanitarismo e de partilha, imprescindível para a harmonia ambiental e a uma excelente qualidade de vida.

De acordo com BRASIL (2004), dos 2.318 municípios que apresentavam Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) menor ou igual a 0,500, foram priorizados 1.846 municípios que haviam firmado convênio com a Fundação Nacional de Saúde – FNS entre janeiro de 2001 e julho de 2002, para programas de saneamento (abastecimento de água, melhorias sanitárias domiciliares e esgotamento sanitário). Esses municípios, pertencentes a 21 estados, situam-se em todas as regiões brasileiras, porém com maior concentração nas regiões Norte (12,9%) e Nordeste (75,3%), como se pode visualizar através da Figura 1.

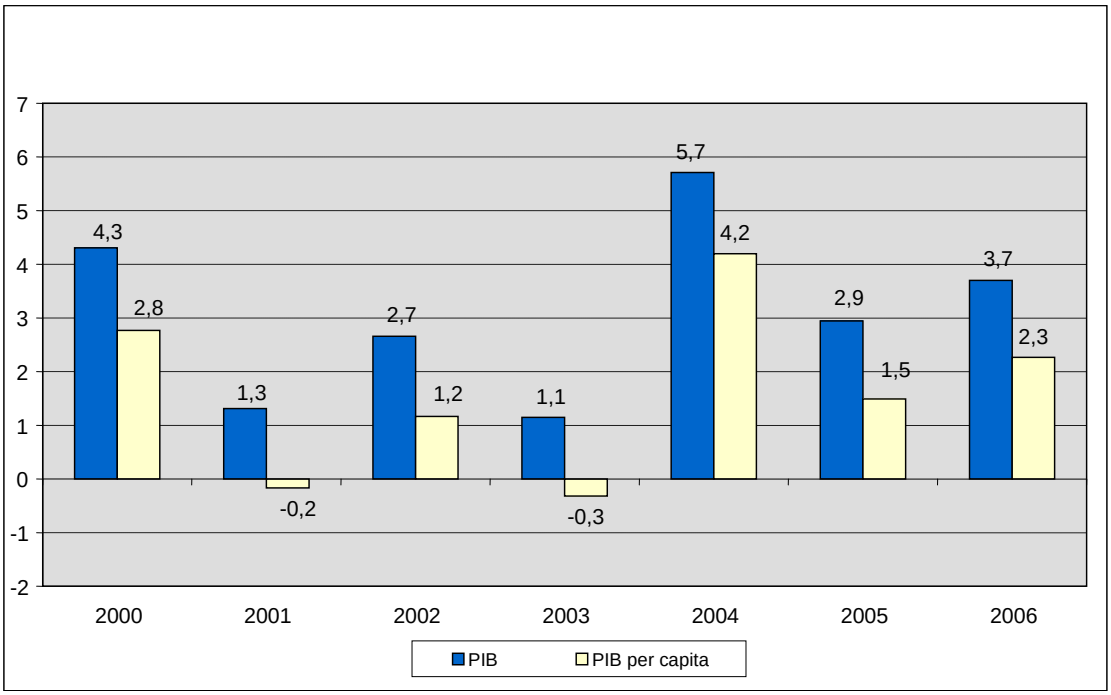


Fonte: BRASIL, 2004 (site consultado: www.opas.org.br/sistema/arquivos/Mnl_Impac.pdf)

Figura 1 – Municípios com IDH menor ou igual a 0,500 - Concentração por região (%)

Outro indicador importante é o PIB *per capita*, que consiste na divisão do PIB (total das riquezas produzidas em uma região) pela população nela residente. De acordo com informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a preços de mercado acumulado no ano de 2006, o PIB do Brasil apresentou crescimento de 3,7% em relação ao ano de 2005 e a população residente do país atingiu aproximadamente, 186,8 milhões de habitantes, o que representou um

crescimento populacional de 1,4% em 2006[2]. O crescimento real do PIB *per capita* em 2006 atingiu 2,3%, conforme demonstra o gráfico da Figura 2.



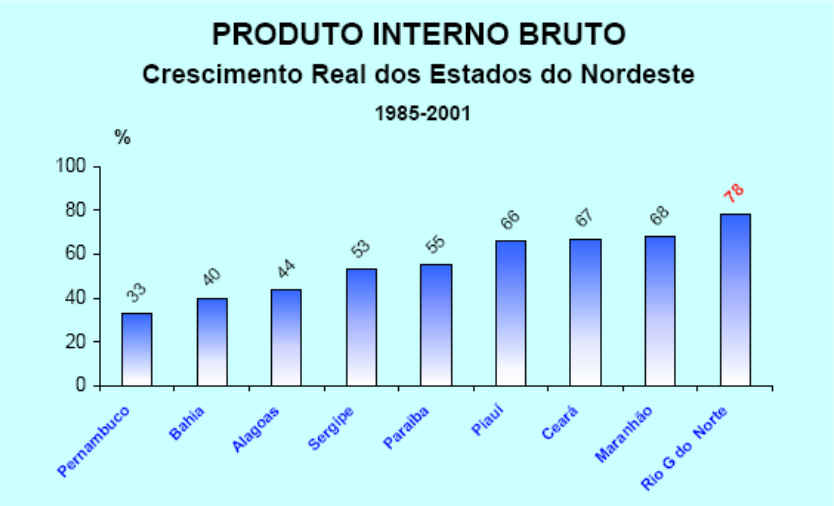
Fonte: IBGE

Figura 2 – PIB e PIB *per capita* do Brasil (2000 a 2006)
Taxa de crescimento (%)

Em 2004, com aproximadamente 30% da população nacional, a região Nordeste (NE) era responsável por apenas 12% do PIB, quando mais de 72% das famílias da região eram consideradas pobres e a maioria residente na zona rural.[3]

No entanto, segundo o Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte – IDEMA, no período de 1985-2001, o Estado do Rio Grande do Norte (RN) cresceu 77,6%, superando, portanto, a região NE, que cresceu 48% e o Brasil (49,3%), como demonstra o gráfico da Figura 3. Em nível nacional, o RN ocupou o 9º lugar, e, em relação ao NE, ficou em 1º lugar em taxa de crescimento. No período do Plano Real (1994-2001), o RN foi o Estado nordestino que mais cresceu (com 27,65%), ficando em 10º lugar em nível nacional.

[2] Segundo estimativa da Coordenação de População e Indicadores Sociais (COPIS) do IBGE.
[3] Programa Estadual de Desenvolvimento Sustentável e Convivência com o Semi-Árido Potiguar (SERHID, 2004).

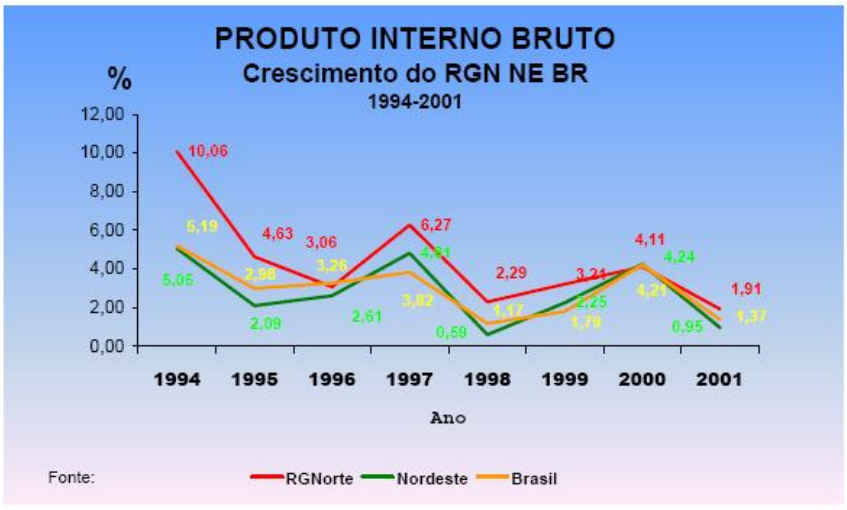


Fonte: IDEMA
Disponível no portal: www.rn.gov.rn (acessado em 07/06/2007)

Figura 3 – Crescimento real do PIB Bruto dos Estados do Nordeste (1985 a 2001)

Com um PIB de R$ 9.833,65 milhões, o RN apresentou, em 2001, um crescimento de 1,91% em relação ao ano 2000, superando a média do Nordeste (0,95%) e a média do Brasil (1,37%), conforme o gráfico da Figura 4, e ficando em 6º lugar, quando comparado com os demais Estados nordestinos (Figura 5).[4]

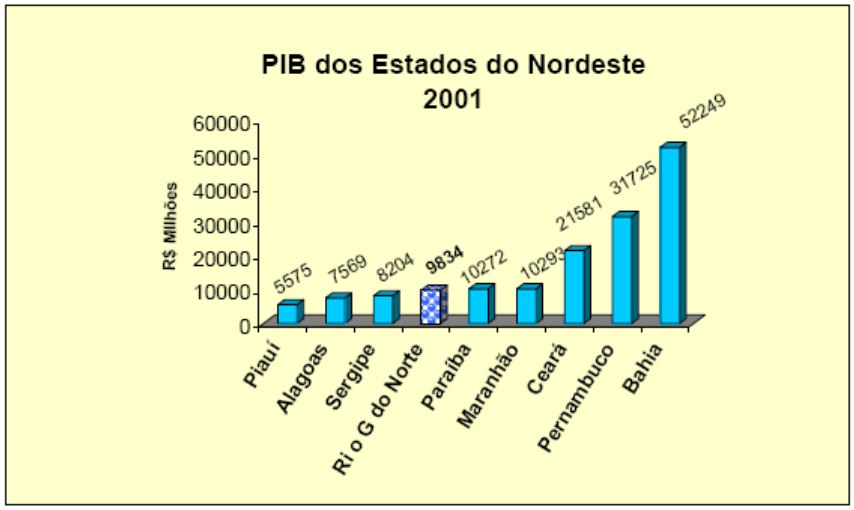
Naquele mesmo ano (2001), o PIB *per capita* do RN foi de R$ 3.462,00, também superior ao Nordeste, que teve R$ 3.233,00 (4º lugar no NE), sendo superado apenas pelos Estados de Sergipe, Pernambuco e Bahia.[5]



Fonte: IDEMA
Disponível no portal: www.rn.gov.rn (acessado em 07/06/2007)

Figura 4 – Evolução do PIB Bruto do RN, NE e Brasil (1994 a 2001)

[4] Ver Planilha A (Apêndice), p. 157.
[5] Ver Planilha B (Apêndice), p. 158.



Fonte: IDEMA
Disponível no portal: www.rn.gov.rn (acessado em 07/06/2007)

Figura 5 – PIB Bruto dos Estados do Nordeste (2001)

2.2.3 – INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA

Com relação à sustentabilidade hídrica, SILVA *et al.* (2002) afirmam que a água sustenta a existência dos ecossistemas naturais e as atividades humanas, entre as quais se destacam os três setores da economia propulsores do desenvolvimento: primário, secundário e terciário, sendo, portanto, um fator limitante ao desenvolvimento no caso de escassez ou impropriedade.

Dessa forma, a sustentabilidade hídrica de uma determinada região está diretamente associada ao seu potencial de desenvolvimento sócio-econômico.

Comparando a potencialidade, a disponibilidade e a demanda hídrica de cada bacia, VIEIRA (1996) estabeleceu os seguintes indicadores de sustentabilidade hídrica, cuja análise lhe permitiu avaliar, em seu trabalho publicado, as condições de sustentabilidade hídrica para cenários futuros de cada Unidade de Planejamento – UP, de acordo com a divisão do Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil – PLIRHINE:

- Índice de Ativação da Potencialidade – IAP, definido como sendo a razão entre a disponibilidade e a potencialidade;
- Índice de Utilização da Potencialidade – IUP, razão entre a demanda e a potencialidade;
- Índice de Utilização da Disponibilidade – IUD, razão entre a demanda e a disponibilidade.

Através das definições acima, é fácil deduzir-se que o Índice de Ativação da Potencialidade (IAP) é a relação entre o Índice de Utilização da Potencialidade (IUP) e o Índice de Utilização da Disponibilidade (IUD), ou seja: IAP = IUP / IUD.

Sob o ponto de vista estritamente qualitativo, há também, segundo o autor, o Índice de Comprometimento com a Poluição – ICP, definido pela razão entre a disponibilidade e a parcela da disponibilidade comprometida com a autodepuração.

Considerando a razão entre a vazão de retirada para usos consuntivos e a disponibilidade hídrica, CONEJO (2006) classifica a situação dos recursos hídricos da forma apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 – Situação dos recursos hídricos no Semi-Árido

Relação demanda/disponibilidade hídrica (%)	Situação
< 5	Excelente
5 a 10	Confortável
10 a 20	Preocupante
20 a 40	Crítica
> 40	Muito crítica

Fonte: CONEJO, 2006

2.2.4 – INDICADORES NA GESTÃO DAS ÁGUAS

O aspecto qualitativo é indissociável nas atividades de gestão da água, pois, além das condições climáticas e geológicas, que influenciam a composição química das águas, as atividades antrópicas alteram a qualidade da água. Assim, os despejos industriais, a mineração, o lançamento de esgotos domésticos *in natura*, o uso de agrotóxicos em culturas, as práticas de manejo do solo na agricultura e a pecuária afetam qualitativamente, em algum nível, a disponibilidade hídrica.

O monitoramento da qualidade da água compreende todas as atividades de coleta e processamento de dados sobre a qualidade da água, objetivando a obtenção de informação sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas da água, de forma contínua num determinado período de tempo, para um propósito previamente definido.

Entre outros indicadores, encontram-se os Índices de Qualidade da Água (IQA), mais conhecidos em termos internacionais (MAGALHÃES Jr. *et al.*, 2003),

cujos parâmetros para monitoramento qualitativo prioritários, pelo Método Delphi (IQA Aditivo), com os seus respectivos pesos, são: Oxigênio Dissolvido – OD (0,17), Coliformes fecais (0,15), potencial Hidrogeniônico – pH (0,12), Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO_5 (0,10), Nitratos (0,10), Fosfatos (0,10), Temperatura (0,10), Turbidez (0,08), Sólidos Totais (sólidos em suspensão + sólidos dissolvidos) (0,08).

Composto dos parâmetros mais importantes para a avaliação das águas destinadas ao abastecimento público, o IQA é utilizado para simplificar a divulgação dos dados de qualidade dessas águas à população. A água bruta é, dessa forma, classificada qualitativamente, de acordo com os valores obtidos, matematicamente, para o índice IQA, os quais são agrupados em faixas, conforme o Quadro 3.

Quadro 3 – Índice de Qualidade das Águas (IQA)

Nível de qualidade	Faixa
Excelente	90 < IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90
Médio	50 < IQA ≤ 70
Ruim	25 < IQA ≤ 50
Muito Ruim	0 ≤ IQA ≤ 25

Fonte: Águas Potiguares - Açudes Públicos, SERHID (RN, 2006)

Um trabalho da United Nations Population Information Network (1999), de acordo com MAGALHÃES Jr. *et al.* (2003), propôs um índice relativo a níveis de competição de usos da água, usado para estabelecer cenários de escassez hídrica para o ano de 2025, com base em projeções populacionais e estimativas de fornecimento de água, sendo a pressão populacional medida, neste caso, por unidade de fluxo (FU), equivalendo cada qual 1 milhão de metro cúbico de água.

Um dos mais conhecidos índices de medição das pressões humanas sobre os estoques hídricos é o Índice de Falkenmark, o qual sinaliza a escassez da água por meio dos recursos hídricos renováveis *per capita* por ano, segundo os seguintes limites proposto por Cosgrove *at.* Rijsberman (2000) *apud* MAGALHÃES Jr. *et al.* (2003):

a) Limite hídrico de *stress*: abaixo de 1.700 m^3/hab/ano;

b) Limite hídrico de escassez: 1.700 m^3/hab/ano;

c) Escassez crônica: 1.000 m^3/hab/ano;

d) Escassez crítica: 500 m^3/hab/ano.

Referindo-se ao projeto de transposição do Rio São Francisco, GUIMARÃES Jr. (2005) afirma que, apesar da disponibilidade hídrica social igual a 1.000 m^3/hab/ano ser considerada pela *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* – UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) como indicador de escassez hídrica, esse valor é inadequado à realidade dos Estados nordestinos, visto que o citado índice retrata, principalmente, as demandas de água para a produção industrial e agrícola, e que o consumo humano é bastante inferior (da ordem de 100 m^3/hab/ano) nos grandes centros urbanos.

Segundo o autor, os Estados do Nordeste Setentrional recebem água via produtos de todo o país, principalmente de atividades econômicas que são grandes consumidoras de água, como por exemplo: cerca de 750 m^3/hab/ano de água do Rio São Francisco chegam à região Nordeste via energia elétrica (em torno de 98% da energia consumida na região).

O Quadro 4, apresentado a seguir, demonstra a disponibilidade hídrica social de algumas regiões do Brasil, com destaque para as Regiões Metropolitanas, onde se localizam as economias mais dinâmicas, apesar de sua disponibilidade hídrica social ser bastante inferior ao valor de 1.000 m^3/hab/ano (limite escassez crônica).

Quadro 4 – Disponibilidade hídrica social de algumas Regiões do Brasil (2000)

Regiões	**População (hab) Ano 2000**	**Disponibilidade hídrica**	
		m^3/s	**(m^3/hab)/ano**
Brasil	171.300.000	168.790	31.074
Estado de São Paulo	38.500.000	3.035	2.486
Região Metropolitana São Paulo	18.500.000	118	201
Estado do Ceará	7.400.000	215	916
Região Metropolitana Fortaleza	3.000.000	23	242
Estado do Rio Grande do Norte	2.700.000	70	818
Litoral Leste do Rio Grande do Norte	1.200.000	15	394

Fonte: GUIMARÃES Jr., 2005

2.2.5 – PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

Em qualquer projeto, principalmente governamental, a sua sustentabilidade é um fator muito importante a ser analisado. Por isso, deve-se sempre questionar sobre a sua eficácia, eficiência e seus efeitos duradouros, ou seja, ele deverá ser capaz de gerar resultados, ao mesmo tempo em que sustenta a presente e as futuras gerações ao longo do tempo.

Na prática, em geral, cada projeto que preveja a utilização de recursos

naturais (renováveis ou não) deve incluir um elemento de sustentabilidade, além da educação ambiental à sociedade, enquanto parte dos atores envolvidos.

Sendo a água um insumo imprescindível a todas as atividades humanas, bem como à produção, e recurso estratégico para o desenvolvimento econômico (abastecimento humano, irrigação, indústria, geração de energia elétrica, navegação e turismo), faz-se mister a elaboração e implementação de Planos e Programas governamentais, em níveis nacional, regional (estadual) e local (bacia hidrográfica), com vistas à gestão e ao disciplinamento do seu uso, com sustentabilidade, inclusão social e justiça ambiental.

No processo de gestão de recursos hídricos, GALLEGO *et al.* (2000) afirmam que um dos aspectos mais importantes é a previsão futura das demandas de água, tanto para captação quanto para diluição de dejetos, devendo estas previsões ser feitas à luz de um planejamento regional, contemplando, entre outros, os aspectos: estatísticas de desenvolvimento, estudos demográficos, avaliações setoriais de abastecimento público e esgotamento sanitário, tendências de expansão, inclusive do quadro de incentivo aos setores industriais, agropecuários, mineração, etc.

Para os autores, os Planos de Recursos Hídricos devem apresentar uma análise de todos os aspectos considerados, avaliando o cenário atual e criando cenários futuros de utilização da água, de forma a prever, em médio e longo prazos, quais intervenções deverão ser feitas pelos gestores das bacias, de forma a atender às hipóteses previstas nestes cenários.

Nesse contexto, a busca da sustentabilidade configura-se como o caminho possível para reverter o quadro atual de degradação, alicerçando as bases para a construção coletiva de um novo modelo de desenvolvimento (MMA, 2004).

Conforme MMA (2004), no processo de construção desse novo modelo de gestão sustentável dos recursos hídricos, o grande desafio é o de estabelecer uma relação de poder compartilhada e descentralizada, criando oportunidades de participação social, construindo consensos, dirimindo conflitos e pactuando a unidade na diversidade.

Por isso, os Planos de Recursos Hídricos são instrumentos previstos na legislação, que têm por fim determinar objetivos, políticas e critérios para o

gerenciamento de recursos hídricos, além de identificar alternativas de seu aproveitamento e controle. Eles são responsáveis pela análise detalhada das disponibilidades hídricas (superficiais e subterrâneas) e da situação atual dos usos dos recursos hídricos de sua área de abrangência, devendo compatibilizar, ao máximo, em seu escopo, os planos setoriais, tendo em vista, justamente, garantir a racionalização dos usos da água e a solução de conflitos localizados que venham a ocorrer, dada a vasta gama de setores e atividades usuárias envolvidas (GALLEGO *et al.,* 2000).

De acordo com o que a “Lei das Águas” (Lei nº 9.433/97) estabelece, os Planos de Recursos Hídricos envolvem três níveis de planejamento: 1) Nível Nacional – Plano Nacional de Recursos Hídricos; 2) Nível Estadual – Plano Estadual de Recursos Hídricos; e 3) Nível das Bacias Hidrográficas – Plano de Bacia Hidrográfica.

O Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH constitui-se um instrumento de longo prazo a ser pactuado entre o Poder Público, os usuários (abastecimento de água, indústria, irrigação, geração de energia, entre outros) e a sociedade civil (associações comunitárias, ONG, sindicatos, universidades, escolas e outros), que visa fundamentar e orientar a gestão das águas em nível nacional, devendo os demais níveis de planejamento estar em consonância com ele.

2.2.6 – BACIA HIDROGRÁFICA

Denomina-se bacia hidrográfica a área de drenagem a montante de uma determinada seção no curso de água, da qual aquela área é tributária; essa área é limitada por um divisor de águas que a separa das bacias adjacentes (também chamada cumiada) que pode ser determinado nas cartas topográficas. (LINSLEY & FRANZINI, 1978).

De acordo com esses autores, as águas superficiais originárias de qualquer ponto da área delimitada pelo divisor saem da bacia, passando pela seção definida pelo ponto mais baixo do divisor, por onde, forçosamente, passa também o rio principal da bacia. Em geral, considera-se que o divisor das águas subterrâneas coincide com o das águas superficiais; entretanto, essa coincidência não se verifica em todos os casos, podendo substancial parcela d’água se escoar de uma bacia para outra, subterraneamente.

Para VIESSMAN *et al.* (1972) *apud* VILLELA & MATTOS (1975), a bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água, tal que toda vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída (exutório).

Por fim, pode-se conceituar bacia hidrográfica como sendo uma área drenada por toda a chuva que nela cai, através de riachos e rios secundários (afluentes), para um mesmo rio principal, localizado num ponto mais baixo da paisagem, cuja separação das outras bacias ocorre por uma linha divisória, denominada divisor de águas.

2.2.7 – BALANÇO HÍDRICO

Na área de recursos hídricos, é usual a expressão técnica "balanço hídrico", principalmente quando o tema em estudo envolve bacias hidrográficas. Para ilustrar a aplicação do balanço de água em uma determinada bacia hidrográfica, por exemplo, VILLELA & MATTOS (1975) consideram o sistema simples e bastante restritivo da Figura 6 a seguir.

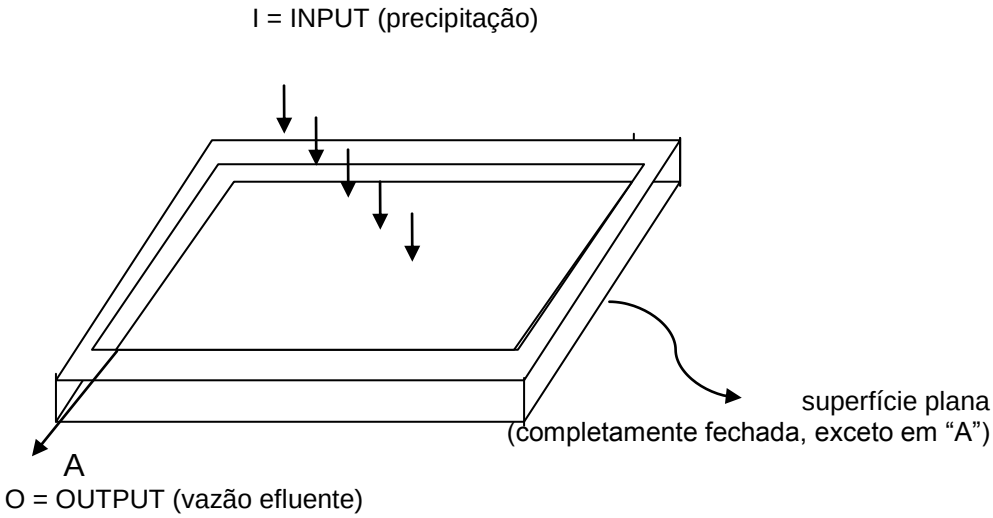


Figura 6 – Modelo de sistema hidrológico simples

Esse sistema é constituído de uma superfície plana inclinada, completamente impermeável, ficando a água confinada em todos os cantos, exceto em "A" (saída). Assim, se um temporal superficial "input" for aplicado ao sistema, um "output", designado como escoamento superficial, será desenvolvido no canto "A" (exutório da bacia). Nesse caso, o balanço hídrico no sistema pode ser representado pela seguinte equação diferencial hidrológica:

$$I - O = \frac{ds}{dt} \quad (Eq.1)$$

De acordo com os referidos autores, “I” (*Input*) é o fluxo total que entra no volume de controle; “O” (*Output*) é o fluxo total de saída; e “ds/dt” é a variação do armazenamento interno do volume de controle por unidade de tempo.

Faz-se necessário que uma altura mínima seja acumulada na superfície, para que haja escoamento superficial, mas, à medida que o temporal se intensifica, a altura d’água retida sobre a superfície (detenção superficial) aumenta.

Uma vez cessado o temporal, a água retida sobre a superfície continuará escoando até que o sistema se transforme em vazão efluente. Nessa ilustração, toda precipitação será, eventualmente, transformada em vazão, desde que as perdas por evaporação durante o “input” sejam desprezadas.

Para fins de balanço hídrico, a bacia hidrográfica pode ser considerada como um modelo de volume de controle, definido por divisores topográficos que delimitam a superfície de captação de todas as precipitações que escoam para um determinado local, considerado como exutório da bacia (GUIMARÃES Jr., 2004).

Numa análise mais ampla, o autor afirma que o balanço hídrico de uma bacia hidrográfica é determinado por um só fluxo de entrada, constituído apenas pelas precipitações pluviométricas, e os fluxos de saída, estes expressos por: evaporação das superfícies líquidas e evapotranspiração dos solos, vazões no exutório da bacia e demais consumos d’água, conforme Figura 7.

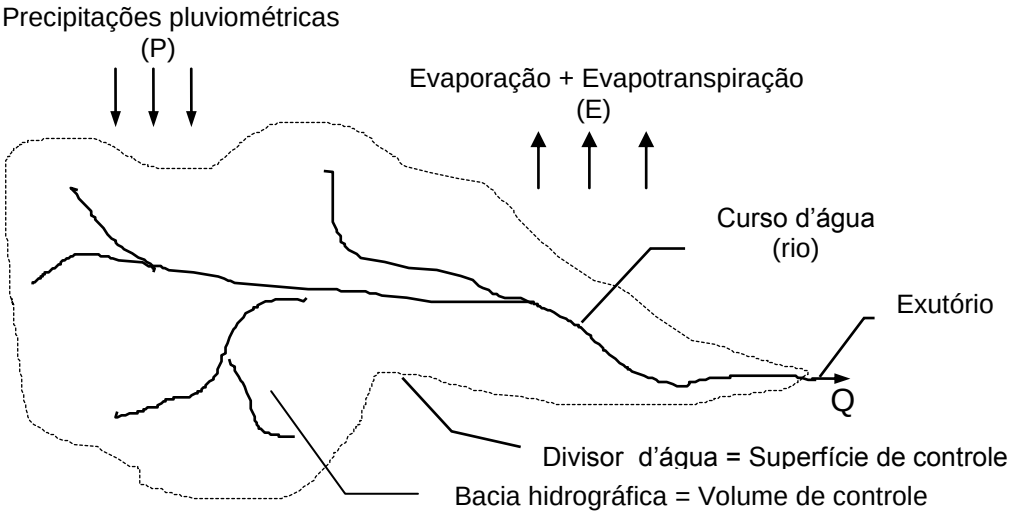


Figura 7 – Esquema de uma bacia hidrográfica

Portanto, a equação utilizada para o balanço hídrico, que relaciona todos os componentes do ciclo hidrológico numa bacia hidrográfica, com base no conceito de conservação da massa de um sistema (equação da continuidade) é a seguinte:

Fluxo de Entrada

Fluxo de saída

$$P - (E + Q) = \frac{\Delta S_{sup}}{\Delta t} + \frac{\Delta S_{sub}}{\Delta t} \qquad (Eq.2)$$

Armazenamento

"P" é a precipitação sobre a bacia, em m^3/ano; "E" corresponde às perdas por evaporação das superfícies d'água e terrenos e a transpiração dos vegetais, em m^3/ano; "Q" é a vazão no exutório da bacia somada com os consumos d'água, em m^3/ano; "S_{sup}" é o armazenamento superficial (barragens, lagos e rios), em m^3; "S_{sub}" é o armazenamento subterrâneo (aqüíferos), em m^3, e Δt corresponde à variação de tempo, no caso, em anos.

Ainda segundo GUIMARÃES Jr., (2004), o balanço hídrico de um reservatório é um modelo com intervalo de tempo diário, em que o volume de controle corresponde ao próprio reservatório.

Nos reservatórios, os fluxos de entrada (*I*) compreendem as vazões afluentes (Q_a) que chegam ao reservatório e as precipitações diretas no espelho d'água, avaliadas a partir das séries históricas disponíveis de postos nas imediações dos reservatórios, enquanto os fluxos de saída (*O*) são constituídos da perda d'água por evaporação no espelho e as vazões efluentes (Q_e), englobando as vazões extravasadas pelo vertedor e comporta de fundo e as demais demandas de água: hidrelétrica, abastecimento humano e dessedentação animal.

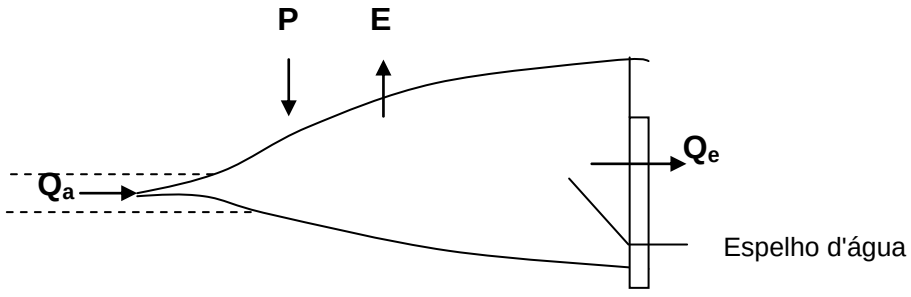


Figura 8 – Esquema de um reservatório

A equação diferencial do balanço hídrico de um reservatório é:

$$\left(Q_a + PA\right)_{input} - \left(Q_e + EA\right)_{output} = A\frac{dh}{dt} \qquad (Eq.3)$$

onde Q_a e Q_e são as vazões afluente e efluente, respectivamente, em m^3/dia; *P* é precipitação no espelho; *A* é a área do espelho; *E* é a taxa de evaporação no espelho; *h* é profundidade d'água na barragem e *t* é o tempo.

2.3 – A ESCASSEZ DE ÁGUA E AS POLÍTICAS PÚBLICAS NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO (SAB)

2.3.1 – ASPECTOS GERAIS

A água é um recurso natural renovável essencial à vida animal e vegetal, constituindo-se também um fator fundamental na produção de alimentos. No entanto, com o crescimento da população global (atualmente, cerca de 6 bilhões de habitantes), o consumo mundial quadruplicou, sendo 70% da água doce consumida na agricultura, 22% na indústria, e o restante (8%) são destinados ao uso doméstico[6].

Por isso, a redução de oferta e provável escassez de água poderão gerar uma crise de abastecimento mundial, que tem sido, recentemente, notícia amplamente divulgada na mídia, prevista a partir do ano de 2025, conforme Relatório do Planeta Vivo 1999, da *World Wildlife Fund* – WWF (Fundação Mundial para a Natureza), uma Organização Não Governamental (ONG). Há cerca de dez anos, a ONU também vem alertando para o problema da escassez mundial, estipulando que 2,7 bilhões de pessoas (cerca de 2/3 da humanidade) vão sofrer com severa falta de água até aquele ano (2025).[7]

Em regiões como o Nordeste brasileiro, as condições climáticas favorecem o processo de salinização dos solos, sendo a água a principal fonte de sais (QUEIROZ *et al.*, 1998 *apud* LISBOA *et al.*, 2000).

A exemplo de outras localidades do mundo (Oriente Médio, África setentrional e parte da Ásia), o Nordeste do Brasil encontra-se num grupo de regiões que possuem profundos problemas relativos à água. São regiões conhecidas pela semi-aridez e marcadas pela grande variabilidade do clima, onde o regime pluviométrico ocorre durante curto tempo (3 a 4 meses) e distribui-se espacialmente de maneira não uniforme. Tais características da distribuição das chuvas são típicas das regiões

[6] Revista "Fatos e Tendências", MMA [2006], p. 9.
[7] Tribuna de Notícias – Informativo da Associação Comunitária Potiguar, Ano II, nº 20, dez/2006, p. 6.

semi-áridas do planeta. Essas terras possuem populações que sofrem em decorrência das freqüentes secas que reduzem o aporte de água aos mananciais (BRAGA & FIGUEIREDO, 2000).

No entanto, em que pese a informação contida na literatura acima pesquisada, há alguns sinais de esperança global, pois há um consenso internacional de que melhores sistemas de abastecimento e saneamento são componentes primordiais das Metas do Desenvolvimento do Milênio das Nações Unidas. Graças à consciência das pessoas, despertadas pela Declaração de tais Metas, alguns países africanos têm obtido rápido progresso na cobertura de água potável. Por exemplo, em 1990, a Tanzânia possuía cobertura de somente 38%, mas passou a 73% em 2002; a Namíbia possuía 58% de cobertura em 1990, e em 2002, 80%.[8]

Conforme ARAÚJO *et al.* (1992) *apud* MELO (2002), a região Nordeste, de clima semi-árido, em que incidem, com certa regularidade, secas periódicas, está inserida legalmente no Polígono das Secas, sendo limitada pela isoieta de 800 mm anuais – precipitação média anual máxima – abrangendo uma área de 936.935 km^2, que envolve territórios de 8 (oito) estados nordestinos (Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia) e parte das regiões norte dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo.

Entre todos os fenômenos, o que mais caracteriza o clima do Nordeste é o comportamento irregular das chuvas, na sua intensidade e distribuição. As variações, ao longo do tempo, das precipitações pluviométricas caracterizam, nitidamente, duas únicas estações climáticas: os períodos chuvosos (inverno) e os de estiagem (verão) (NIMER, 1982 *apud* MELO, 2002).

Assim, o Semi-Árido nordestino é caracterizado por ser uma região de altas temperaturas e chuvas irregulares durante o ano, com alta variabilidade espacial e temporal, ou seja, por apresentar freqüentes períodos de secas, onde a deficiência de recursos hídricos é o principal fator que limita a produção agrícola (LISBOA *et al.*, 2000).

VIEIRA (1994) *apud* LIMA *et al.* (2000), afirma que, no nordeste brasileiro, as grandes secas vêm ocorrendo com um risco anual de 20% e intervalos quase

[8] Revista "Água – Fatos e tendências", MMA [2006], p. 24.

cíclicos de 11 anos, tendo, nos últimos 300 anos, os registros indicado a ocorrência de 34 secas, compreendendo 60 anos secos, o que caracteriza o semi-árido nordestino como uma área extremamente vulnerável do ponto de vista hidrológico.

Geralmente, os períodos críticos de seca se prolongam por dois ou até mais anos, com as chuvas somente ocorrendo dentro do primeiro semestre. Quando ocorre uma seca, há um intervalo muito grande de, no mínimo, 18 meses sem precipitações significativas, que, aliadas às altas taxas de evaporação, praticamente inviabilizam a oferta de água (MELO, 2002).

A maioria dos rios do Semi-Árido Brasileiro (SAB), segundo ARAÚJO *et al*. (1992) *apud* MELO (2002), apresenta um único e curto período de escoamento durante o ano. Afirma este autor que, em condições normais, aos períodos esporádicos das enchentes seguem-se intervalos de águas baixas, durante os quais as descargas dos rios diminuem rapidamente e que, nesses casos, os intervalos de tempo com descarga nula são muitas vezes superiores aos períodos em que ocorrem escoamentos. Ainda conforme o mesmo autor, nas áreas de solos de natureza cristalina, como no caso da região em estudo, via de regra, os cursos d'água chegam ao esgotamento total após 01 (um) mês das últimas chuvas.

Do volume precipitado anualmente nas áreas cristalinas da zona semi-árida, em média, apenas de 6 a 10% escoam e/ou percolam, alimentando os aqüíferos; o restante das águas pluviais que alcançam o solo fica nele retido ou, na maioria das vezes, se perde por evaporação e evapotranspiração. Nestas áreas, os solos são rasos e, em muitos casos, quase impermeáveis, apresentando baixa capacidade de retenção de água (MELO, 2002).

SILVA (2000) defende a tese de que o problema da sede e da baixa exploração agrícola no semi-árido nordestino não reside apenas na escassez de água, mas decorre também da ausência histórica de políticas sistemáticas para viabilizar soluções duradouras, bem como da ausência de utilização racional dos recursos hídricos subterrâneos das bacias sedimentares, dos aluviões e dos aqüíferos fissurais, os quais se constituiriam em solução alternativa ao consumo humano e à irrigação.

Com relação à possível transposição do rio São Francisco, afirma o autor que a distribuição da água a ser transposta restringe-se a poucos tributários, alguns dos

quais com oferta hídrica já regularizada, podendo até ser entendida como uma desfeita à maioria da população do semi-árido que não seria atendida pela oferta hídrica proposta pela obra.

Quanto aos aqüíferos aluvionares, SOUSA (1987) *apud* SILVA (2000) enumera uma série de exemplos de tributários: entre outros, Potengi, Seridó e Trairi, no Rio Grande do Norte; Peixe, Piancó, Espinharas e Piranhas, na Paraíba; e Brígida, Pajeú e Moxotó, em Pernambuco, que são utilizados, inclusive para abastecimento humano, com poços do tipo Amazonas, cujo potencial individual, resultado de estudos realizados em tributários menores por SILVA *et al.* (1994) *apud* SILVA (2000), é da ordem de 60 m^3/dia, o que seria suficiente para irrigar, mesmo por derramamento no solo, 1 (um) hectare de cultura não muito exigente por água a um custo de locação e manutenção relativamente baixo.

A escassez da água está relacionada também com a falta de políticas continuadas de captação e gestão de recursos hídricos subterrâneos. Propostas e alternativas são discutidas na literatura (CPRM, 1998; Silva, Silva e Galvão 1999; Costa e Santos, 2000; Mente, 1997; Rebouças, 1997; Kelman, 1999; Souza, 1987; entre muitos outros especialistas *apud* SILVA, 2000).

Dessa forma, o SAB depende fundamentalmente de seus reservatórios para abastecimento de água. No Ceará, por exemplo, cerca de 92% da água de abastecimento provém da regularização dos reservatórios, quase 8%, de águas subterrâneas, e praticamente nenhum abastecimento é feito a partir de rios não perenizados. Entre essas três fontes, a água acumulada nos açudes é a mais vulnerável, de modo que os cuidados com sua qualidade devem ser pontos fortes na política de gestão de recursos hídricos (ARAÚJO, 2000).

As experiências demonstram que a solução para os problemas de escassez hídrica no nordeste brasileiro exige um conjunto de atividades e intervenções que, se organizadas na forma de um programa de longo prazo, poderiam trazer resultados sustentáveis, alguns já em curto prazo. Um programa neste formato poderia seguir uma estratégia de primeiro buscar a otimização da oferta e uso de água nas bacias locais e, posteriormente, ampliar esta oferta por meio da importação de água proveniente de outras regiões, implicando, portanto, uma estratégia de implementação de atividades no sentido de jusante para montante, na qual os

sistemas se iniciariam nas bacias locais e, na medida do necessário, prosseguiriam em direção às bacias doadoras.[9]

Como insumo produtivo globalizado, a água está presente em vários produtos e bens, tornando relativa a sua escassez local. O Quadro 5, a seguir, demonstra a quantidade de água necessária para produzir alguns bens.

Quadro 5 – Quantidade de água necessária à produção de alguns bens

Quantidade do produto	Quantidade de água (litros)
1 kg de arroz	4.500
1 kg de trigo	1.500
1 kg de aço	300
1 kg de papel	250
1 kg de pão	150
1 kg de batata	150
1 kg de cereal	1.500
1 kg de carne bovina	20.000
1 kg de verdura	1.000

Fonte: Christofidis, D. (2001) *apud* MMA (2004)

GUIMARÃES Jr. (2005) acrescenta que o consumo médio *per capita* de arroz é de 58 kg/ano e que 38% dos cereais colhidos são destinados à alimentação animal. Considerando que a produção de 1 kg de grãos requer 1.000 litros de água, tem-se o seguinte Quadro 5.1:

Quadro 5.1 – Quantidade de água necessária à produção de outros bens

Quantidade do produto	Quantidade de água (litros)
1 litro de cerveja	25
1 kg de frango ou peixe	2.000
1 kg de carne de porco	4.000

Fonte: Nota de Aula "Fundamentos da Gestão dos Recursos Hídricos", GUIMARÃES Jr. (2005)

Um levantamento efetuado pela Agência Nacional de Águas – ANA faz o alerta de que o Estado do RN, inclusive boa parte do Seridó, precisa tomar providências para evitar colapso no abastecimento urbano, sendo suas reservas de água garantidas para consumo por 18 (dezoito) anos. Registra aquela Agência, no texto do Atlas (disponível no site da ANA), a necessidade de uma postura de integração dos recursos hídricos, com utilização de recursos de transferências entre bacias.[10]

[9] Série Água Brasil, cap. 4 – A questão hídrica do Nordeste e oportunidades de transferência de água, p. 43-44.
[10] Diário de Natal – Ano LIII, nº 388, de 24/12/2006, p. 12.

A partir do conceito de Área de Elevado Risco Hídrico – AERH, informa o Atlas Nordeste[11] que aproximadamente 27% do Estado do RN encontram-se inseridos na referida área. Entre as 17 (dezessete) sedes municipais norte-riograndenses inseridas nessa área de elevado risco hídrico, encontram-se os seguintes municípios do Seridó: Acari, Carnaúba dos Dantas, Cruzeta, Currais Novos, Jardim do Seridó, Lagoa Nova e Parelhas.

Por fim, pode-se afirmar também que um dos grandes problemas enfrentados na região semi-árida brasileira é o balanço hídrico desfavorável, sendo o déficit localizado, devido, principalmente, à grande evaporação, cujo valor é superior a 2.000 mm/ano.

2.3.2 – AÇUDAGEM

Um açude nada mais é do que um reservatório de água superficial e consiste em uma intervenção antrópica no ambiente, com o objetivo de adequar os padrões de escoamento natural dos rios aos padrões de necessidade de consumo pelas populações. Então, um açude pode ser considerado um veículo que transporta, no tempo, a água acumulada nos períodos úmidos, para ser usada nos períodos de estiagem (CAMPOS, 1996 *apud* CARVALHO FILHO, 2002).

A açudagem sempre foi, no semi-árido nordestino, a principal técnica de oferta de água e o mais importante fator de transformação da vida naquela região, sendo o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS, durante muito tempo, o único órgão responsável pelo projeto e construção de barragens na região. A construção de pequenos e médios açudes constitui-se uma atividade tradicional e muito difundida, principalmente na região do domínio cristalino do Estado do RN. Entretanto, estes pequenos e médios açudes possuem um reduzido poder de regularização.[12]

Quanto à classificação dos açudes, MACEDO (1996) *apud* CARVALHO FILHO (2002), apresenta um quadro que os subdivide em sub-classes em função do volume hidráulico e da superfície hidrográfica (ver Quadro 6).

---

[11] Disponível no site: http://parnaiba.ana.gov.br/atlas_nordeste/rn.aspx (acessado em 02/05/2007).
[12] Programa Estadual de Desenvolvimento Sustentável e Convivência com o Semi-árido Potiguar. Relatório de Identificação, SERHID, RN, 2004, p.18-19.

Quadro 6 – Classificação de açudes segundo o volume e a bacia hidrográfica

DIMENSÃO DO AÇUDE		VOLUME HIDRÁULICO (10^6 m^3)	SUPERFÍCIE HIDROGRÁFICA (km^2)
CLASSE	SUB-CLASSE		
PEQUENO	MICRO	Até 0,5	Até 3
	MINI	Acima de 0,5 a 2,5	Acima de 3 até 15
	PEQUENO	Acima de 2,5 a 7,5	Acima de 15 até 50
MÉDIO	MÉDIO	Acima de 7,5 a 75	Acima de 50 até 500
GRANDE	GRANDE	Acima de 75 a 750	Acima de 500 até 5.000
	MAXI	Acima de 750 1.500	Acima de 5.000 até 10.000
	MACRO	Acima de 1.500	Acima de 10.000

Fonte: MACEDO (1996) *apud* CARVALHO FILHO (2002)

O Comitê Brasileiro de Grandes Barragens – CBGB classifica as barragens de acordo com o Quadro 7.

Quadro 7 – Classificação da dimensão de barragens do CBGB

CATEGORIA	ALTURA (m)	VOLUME (10^6 m^3)
Pequena	5 a 15	0,05 a 1,00
Média	15 a 30	1,00 a 50,00
Grande	> 30	> 50,00

Fonte: TUCCI (1993) *apud* CARVALHO FILHO (2002)

O DNOCS define como açude de pequeno porte aquele cujo volume de acumulação se situa entre 0,5 e 10 hm^3, sendo o de tamanho médio o que acumula entre 10 e 100 hm^3 e considera de grande porte aquele de volume de acumulação superior a 100 hm^3 de água (ARAÚJO *et al.,* 1992 *apud* MELO, 2002).

De acordo com CARVALHO FILHO (2002), a irregularidade pluviométrica é proporcional à aridez em todas as regiões áridas do mundo, sendo, portanto, o grande açude o regulador do clima, permitindo, em primeiro lugar, a irrigação complementar, na estação chuvosa; os pequenos açudes, por sua vez, possibilitam um cultivo suplementar (gerando renda), além do cultivo de sequeiro (de subsistência).

Ainda segundo o mesmo autor, devido à forma aberta dos açudes, a maior parte do volume armazenado encontra-se na parte mais alta, motivo pelo qual toda demora em aproveitar o açude implica na evaporação das camadas superiores de maior área de exposição, ou seja, num grande desperdício de água em termos de volume.

Durante muitos anos, o aproveitamento dos inúmeros açudes nordestinos foi limitado ao abastecimento humano e, em algumas regiões, ao cultivo de vazante. Com relação ao máximo aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis, havendo

separação das fontes de suprimento d'água e das necessidades, o pequeno açude pode ser completamente utilizado para irrigação dentro do princípio de que "já que seca, melhor é secá-lo logo, em vez de esperar a água se evaporar" (ASSUNÇÃO & LIVINGSTONE, 1993 *apud* CARVALHO FILHO, 2002).

2.3.3 – IRRIGAÇÃO

Conceitualmente, irrigação é a aplicação artificial d'água às plantas de uma área agrícola, com o auxílio de uma infra-estrutura hidráulica que distribui a água em todo o terreno. Essa é uma das mais importantes e tradicionais atividades agrícolas no mundo e, atualmente, cerca de 25% da produção de alimentos do mundo depende da irrigação (GUIMARÃES Jr., 2004).

A irrigação consiste, portanto, na técnica de regar, artificialmente, terras agricultáveis, através de canais ou tubulações, convenientemente distribuídos pelo terreno.

MELO (2002) afirma que a irrigação se destaca entre os múltiplos usos hídricos, por ser uma atividade que propicia um desenvolvimento sustentável, gerando excedentes financeiros e incorporando novas áreas agricultáveis no processo produtivo. Entretanto, ainda segundo o autor, os resultados alcançados na operação da maioria dos perímetros públicos de irrigação no SAB, em geral, têm-se mostrado muito aquém do planejado, devido a um excessivo número de falhas no suprimento hídrico, decorrente de operação ineficiente dos açudes, além do consumo exagerado de água na irrigação devido à utilização de técnicas inadequadas, comprometendo, inclusive, outros consumos, tais como o abastecimento humano e a dessedentação animal.

A definição de pequena irrigação abrange o local da irrigação, o plano cultural, o sistema de irrigação empregado e a superfície a ser plantada e irrigada, constituindo a valorização mais intensiva dos pequenos e médios açudes. Por exemplo, hum hectare de cultivos de ciclo curto pode ser irrigado, depois do inverno, com um volume armazenado inicial da ordem de 12.000 m^3. MOLLE & CADIER (1992) *apud* CARVALHO FILHO (2002) afirmam que se pode considerar, em princípio, que 01 (um) hectare irrigado (por gravidade) requer 20.000 m^3 de água armazenada, quando o açude se encontra livre de outros usos. Há, no entanto, uma

relutância natural do sertanejo em utilizar intensivamente o açude, por causa da sua importância quanto ao abastecimento prioritário.

Por isso, apesar de bem dotado de açudes, a irrigação não tem presença marcante no Seridó. As limitações físicas de água e solo, características que predominam na região, são determinantes de sua pouca importância para fins de agricultura irrigada. Quando sangram, os grandes açudes permitem a perenização de rios e propiciam a prática da irrigação, principalmente a pontual. Todavia, quando ocorre a seca, as condições para a irrigação no Seridó ficam restritas às áreas que margeiam o rio Piranhas-Açu, no trecho seridoense (RIO GRANDE DO NORTE, 2000).

O mesmo autor registra que os principais projetos de irrigação no Seridó são os perímetros irrigados do Itans, Sabugi e Cruzeta, administrados pelo DNOCS, totalizando uma área de 550 ha, assim distribuída: Itans (70 ha); Sabugi (360 ha); Cruzeta (120 ha), para a produção de tomate, algodão herbáceo, milho, feijão, arroz e forrageiros para bovinos, explorados para leite e corte.

Afirma também que a grande maioria das áreas irrigadas da região corresponde a pequenos projetos pontuais, dispersos às margens dos rios ou no entorno dos açudes, destacando-se os trechos perenizados dos rios Acauã, Seridó, São José, Sabugi, Barra Nova e margem direita do Piranhas-Açu, predominando as culturas tradicionais de milho, feijão, batata, melancia e forrageiras[13].

2.3.4 – SANEAMENTO

Segundo DACACH (1979), o saneamento, como uma das armas da Saúde Pública, é um conjunto de medidas relacionadas, principalmente ao solo, à água, ao ar, à habitação e aos alimentos, nas quais se destaca a ação da Engenharia Sanitária, visando a quebrar os elos das cadeias de transmissão das doenças. Para a OMS, Saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeito deletério sobre seu bem-estar físico, mental ou social.

De uma forma mais ampla, saneamento ambiental consiste no conjunto de ações sócio-econômicas que têm por objetivo alcançar salubridade ambiental, por

[13] Ver Planilha D (Apêndice), p. 160.

meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural (FNS, 2004).

Ainda conforme este autor, o saneamento ambiental deve focalizar a integração mundial para o desenvolvimento sustentável, garantindo a sobrevivência da biodiversidade e questões prioritárias, como o bem-estar e a saúde da população beneficiada e a preservação ambiental.

Recentemente, foi publicada, no Diário Oficial da União (DOU), a Lei nº 11.445/07, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Além da universalização de acesso, ela prevê que o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos sejam feitos de forma adequada à saúde pública e à proteção do meio ambiente.

De acordo com o referido dispositivo legal, as políticas públicas de saneamento básico deverão criar mecanismos de controle social, ou seja, formas de garantir à sociedade informações e participação no processo de formulação das medidas relacionadas ao setor. Segundo o Ministério das Cidades, esse controle poderá ser feito por meio de conselhos municipais, estaduais e federais, que terão caráter consultivo, podendo, todavia, exercer pressão sobre assuntos afins ao setor, a exemplo da fixação das tarifas públicas.

Segundo a ANA, embora 80% da população brasileira contem com rede de distribuição de água, menos de 20% do esgoto urbano recebem algum tipo de tratamento e que, entre 1995 e 2000, foram registradas 700 mil internações provocadas por doenças relacionadas à veiculação hídrica e à falta de saneamento. No Estado do RN, a cobertura dos serviços de abastecimento de água atinge 88,3% dos domicílios, enquanto a cobertura de esgoto sanitário alcança apenas 14%.[14]

Consta do Relatório de Desenvolvimento Humano – RDH, do PNUD Brasil (2006) que, se o governo federal cumprir as ações na área de saneamento previstas no Plano de Aceleração do Crescimento (PAC), o Brasil poderá atingir, já em 2010, as metas dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) referentes ao setor.

[14] Censo IBGE, 2000 e Indicadores Sociais, IBGE, 2003, p. 19 (*site* do IBGE ou IDEMA, RN).

O plano prevê que, até o fim do atual mandato presidencial, cerca de 24,5 milhões de pessoas passarão a contar com abastecimento de água e 25,4 milhões com coleta adequada de esgoto. Caso esses números se confirmem, em quatro anos o país assegurará abastecimento d'água a 87% da população, e esgoto a 77%, cumprindo, assim, as metas de 83% e 77%, respectivamente.

Os dados mais recentes sobre a cobertura dos serviços de saneamento apontam que pouco mais de 143,1 milhões de pessoas (78% da população) vivem em domicílios conectados à rede de água e que 123,2 milhões (67%) contam com coleta adequada de esgoto, segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) em 2005, do IBGE. Com as ações do PAC, o total de atendidos pelos serviços deve se elevar para 167,6 milhões em água e 148,6 milhões em esgoto. Considerando-se a projeção do IBGE para a população do país em 2010 (da ordem de 192 milhões de habitantes), as taxas de atendimento superarão as metas propostas pela ONU para o ano de 2015 (ver Figura 9).

Fonte: PNUD (Notícias, 15/02/07)

Figura 9 – Percentual de atendimento com ações de saneamento (2005 e PAC-2010)

Em 2007, o Governo do Estado do Rio Grande do Norte pretende investir R$ 100 milhões em um programa que visa ampliar para 40% a área do Estado com tratamento de esgoto. No início do programa, em 2003, apenas 17% dos rejeitos recebiam tratamento (EXAME, 2006).

2.3.5 – PLANOS E PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS SETORIAIS E DE LARGO ALCANCE

Grande parte das principais iniciativas do Governo Federal, na área de gestão dos recursos hídricos no Brasil, desenvolve-se sob a coordenação dos Estados

interessados, através de suas Secretarias de Recursos Hídricos, destacando-se, dentre elas (iniciativas), os Programas relacionados a seguir.

O Programa PROÁGUA SEMI-ÁRIDO, que visa à ampliação da oferta de água de boa qualidade para o abastecimento humano no semi-árido brasileiro, com a promoção do uso racional desse recurso, de tal modo que sua escassez relativa não continue a constituir impedimento ao desenvolvimento sustentável da região, estimulando também o envolvimento dos cidadãos na gestão dos recursos hídricos.[15] Em 1997, foram concluídas as atividades de estruturação do referido Programa, bem como a sua viabilização junto a alguns organismos financeiros (MMA, 1998).

Com características semelhantes ao PROÁGUA SEMI-ÁRIDO, foi criado o Programa PROÁGUA NACIONAL, porém com áreas de atuação distintas. Iniciada a sua formulação em 1996, foi inserido no conjunto de Programas do Brasil em Ação. Sua programação inclui trabalhos na área de prevenção e controle de enchentes, além de obras de dragagem e retificação e canalização de cursos d'água.

No geral, de acordo com MMA (1999), os propósitos específicos do Programa PROÁGUA NACIONAL visam ao desenvolvimento sustentável quanto ao disciplinamento do uso da água dos rios, sua racionalização, proteção, recuperação, manutenção da qualidade dos mananciais e contribuição para disseminar o conhecimento no campo da educação ambiental. As ações propostas para esse Programa foram projetadas para apoiar a formulação e avaliação permanente da Política Nacional de Recursos Hídricos, agrupadas em duas grandes linhas de atuação: formulação e implementação. Uma das ações, que se constitui o componente de implementação da gestão integrada de bacias hidrográficas, é a capacitação institucional e técnica das bacias hidrográficas prioritárias, tendo em vista a autogestão sustentável.

O Programa ÁGUA BOA (atualmente, ÁGUA DOCE), que busca aumentar a disponibilidade de água potável, principalmente para o atendimento das comunidades rurais (foco no abastecimento difuso) da região semi-árida do Brasil, tem por base técnica a dessalinização de águas salinas e salobras captadas dos poços profundos com a utilização do processo de osmose reversa, aproveitando o

[15] Disponível no site: http://www.ana.gov.br/proagua/ (acessado em 16/06/2007).

rejeito para a carcinicultura, piscicultura (tilápia vermelha) e/ou para o cultivo irrigado da erva-sal – forrageira rica em Nitrogênio (N) e Fósforo (P) – que absorve o Sódio (Na) e serve como alimentação para a criação de ovino-caprino no SAB. No entanto, a água do dessalinizador deve ter uso racional, pois, dependendo do poço explorado, pode produzir, em média, 1.000 l/h (com tempo de funcionamento de 8 h/dia), para atender a uma demanda média de 5 litros/pessoa/dia (MMA, 2006).

No âmbito do Estado do RN, esse Programa, também conhecido como ÁGUA DE BEBER, vem sendo implementado desde 1995, pela Coordenadoria de Gestão de Recursos Hídricos – COGERH, da Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte – SERHID, decorrente da necessidade de se ampliar a oferta de água para as populações carentes residentes em comunidades rurais distantes de sistemas adutores ou de mananciais superficiais produtores que possuem sistemas de abastecimentos deficitários, sendo a exploração e distribuição racional da água subterrânea a única alternativa de suprimento de água.

Para isso, a tecnologia utilizada consiste no emprego de sistemas de dessalinização de águas, através de dessalinizadores, e sistemas fotovoltaicos para a transformação da energia solar em energia elétrica onde não se dispõe desta, bem como no intento de reduzir os custos de investimento e manutenção da infra-estrutura hídrica necessária à melhoria da qualidade de vida dos mais carentes do meio rural.

Através do Programa de adutoras, a SERHID visa desconcentrar a água do Estado do Rio Grande do Norte, em linha com a filosofia dos Programas do governo federal, principalmente o PROÁGUA SEMI-ÁRIDO.

O Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC), que consiste na construção, em regime de mutirão, de cisternas no meio rural, para captação, armazenamento e aproveitamento de água das chuvas que, com capacidade individual de 16.000 litros, pode atender a cinco milhões de pessoas, considerando-se cada família constituída de 5 pessoas, cujo consumo médio é de 15 l/hab.dia, durante o período seco do ano (6 a 8 meses/ano), ao custo médio de R$ 1.500,00 (hum mil e quinhentos reais), conforme ASA (2006).

Outro a ser implantado no estado norte-riograndense é o denominado “Programa de Desenvolvimento Sustentável e Convivência com o Semi-Árido

Potiguar" que, segundo o órgão gestor responsável, será financiado pelo Banco Mundial – BIRD e os recursos serão aplicados na conservação e reabilitação dos açudes, adutoras e barragens. Entre as ações de caráter estrutural deste Programa, encontra-se prevista a implantação de novos sistemas de abastecimento para pequenas comunidades, com uma concentração acentuada na região do Seridó, considerada como uma área prioritária de atuação do poder público em função de suas características sócio-econômicas.

A proposta mais recente de transferência de águas para o Nordeste é o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF), concebido para solucionar, em parte, o problema de abastecimento de água na região do semi-árido nordestino, promovendo o equilíbrio de oportunidades do desenvolvimento sustentável para a população residente daquela região.[16] Consiste no bombeamento de águas do rio São Francisco para as bacias hidrográficas dos principais rios da região setentrional do nordeste brasileiro, abrangendo os estados de PE, PB, RN e CE (MIN, 2000 *apud* GUIMARÃES Jr. *et al.*, 2000), cuja principal justificativa é a garantia da oferta hídrica para a região.

Conforme SILVA (2000), o referido projeto vem sendo apresentado pelo governo federal como instrumento de transformação da realidade sócio-econômica do Nordeste por garantir o abastecimento humano e a irrigação. No entanto, GUIMARÃES Jr. *et al.* (2000) o consideram muito ambicioso, porque visa abastecer 6,8 milhões de pessoas e irrigar 300 mil hectares de terras, através do aumento e da garantia da oferta hídrica. Segundo estes autores, apesar da relativa disponibilidade hídrica, 90% das reservas hídricas do RN estão concentrados nos dois maiores rios do Estado, os rios Açu e Apodi, justamente os que receberão, de acordo com o Projeto, as águas da transposição do rio São Francisco e que nenhuma barragem da região Seridó – onde o quadro das secas é mais acentuado – receberá as águas da transposição.

Afirmam também estes autores que o trecho do rio Açu, no RN, entre o município de Jardim de Piranhas na fronteira com o estado da Paraíba e a barragem do Açu, encontra-se já algum tempo perenizado, a partir da barragem de Coremas-Mãe D'água (PB), e que, com a metade da vazão atualmente regularizada pela barragem do Açu poder-se-ia atender, considerando um consumo ideal diário de 200

[16] Série Água Brasil, cap. 4 – A questão hídrica do Nordeste e oportunidades de transferência de água, p. 45.

litros por habitante, a toda a população do Estado do RN, visto que a infra-estrutura implantada pelo atual programa de adutoras, principal obra governamental em desenvolvimento no Estado do RN, foi projetada para atender ao consumo humano, não havendo, na atual potencialidade do sistema de distribuição de água, capacidade instalada para uma futura demanda, com vistas ao atendimento de uma possível expansão da área irrigada.

Uma das conclusões a que chegaram os estudos que compuseram o Primeiro Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte – PERH/RN (1998) *apud* GUIMARÃES Jr. *et al.* (2000), com relação ao rio Piranhas-Açu, foi de que não há *déficit* hídrico ao longo do rio Piranhas-Açu, no RN, até o ano 2020 e que, aproximadamente 90% do *déficit* total estão concentrados na sub-bacia do rio Seridó, que está excluída da rota de transposição do rio São Francisco, não se justificando, portanto, a execução daquele Projeto, a curto e médio prazos, exceto caso se decida implementar grandes projetos de irrigação antes daquele ano.

Os resultados de simulações realizadas em estudo sobre otimização dos recursos hídricos superficiais do Estado do RN por RIGHETTO & GUIMARÃES Jr. (2003) revelam que um melhor aproveitamento dos volumes de água armazenados no açude Armando Ribeiro Gonçalves é conseguido quando se dispõe de vazão exógena garantida e a demanda é significativa, igualando-se ou superando a vazão regularizada de longo período.

2.4 – A GESTÃO DAS ÁGUAS NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

A irregularidade na distribuição das chuvas e a sucessão de períodos prolongados de seca produzem a escassez local de água na região Nordeste do Brasil. Na região Seridó, Estado do RN, essa relativa escassez vem assumindo grandes proporções nos períodos secos, sendo, por este motivo, imprescindível a boa gestão dos recursos hídricos disponíveis na região pelo governo e pela sociedade.

A gestão dos recursos hídricos no Brasil passa por um profundo processo de transformação em face da nova “Lei das Águas” (Lei nº 9.433/97), traduzindo a necessidade da elaboração de programas de planejamento, com vistas ao gerenciamento integrado (STACCIARINI *et al.,* 2000), sendo o objetivo da retro citada Lei garantir o uso sustentável da água dos rios, lagos e reservatórios.

Afirma GUIMARÃES Jr. (2005) que o Nordeste não necessita de importação de água, mas sim de uma reforma hídrica eficiente, acompanhada de uma gestão mais democrática e competente da água disponível.

Segundo este autor, uma política pública regional na área de recursos hídricos deve promover o desenvolvimento auto-sustentável, induzir a gestão efetiva e participativa dos recursos hídricos e democratizar o acesso à água para toda a população. Afirma ainda que a construção de adutoras, a partir das grandes barragens da região, tem-se mostrado como a solução mais viável para o abastecimento das cidades e comunidades rurais nos períodos secos, e que o abastecimento rural, nos anos de chuvas normais deve, preferencialmente, sustentar-se nas soluções locais de baixo custo (açudes, poços, cisternas). Daí, a necessidade de soluções regionais integradas de abastecimento rural e urbano, a exemplo da experiência da irrigação pública.

A unidade físico-territorial básica utilizada universalmente nas atividades de gestão de recursos hídricos é a bacia hidrográfica (GALLEGO *et al.,* 2000), devendo, em princípio, a bacia hidrográfica de uma região abastecer a população ali residente, bem como a dessedentação de animais e outros usos. Para isso, os usuários consumidores (representantes da comunidade, irrigantes, fazendeiros, pescadores e concessionários de fornecimento de água) devem ser incentivados à gestão participativa, reunindo-se em assembléias, a fim de decidirem, de forma democrática, o acesso à água (usos e distribuição dos seus recursos hídricos).

Via de regra, participam também das assembléias os representantes da sociedade civil organizada: Organizações Não Governamentais – ONG, sindicatos, associações, prefeituras, os quais são os legítimos moderadores dos conflitos relativos aos diversos usos da água.

É prioritário, portanto, o estabelecimento de mecanismos que permitam o uso dos recursos hídricos de forma ordenada, com seu gerenciamento integrado, considerando todos os usos e atividades que possam acarretar conflitos ou degradação para o meio ambiente. Daí a razão da organização dos comitês por bacias hidrográficas.

Dada a insuficiência dos instrumentos legais e órgãos governamentais para solucionar os problemas que ocorrem na área de gestão dos recursos hídricos no

Brasil, a sociedade, ao buscar alternativas para a resolução de suas próprias questões, exerce um papel fundamental no gerenciamento dos recursos hídricos, compartilhando com o governo o mesmo objetivo: garantir, às gerações presentes e futuras, a disponibilidade para todos os tipos de uso (MMA, 1998).

De acordo com a retro citada literatura, o conceito preconizado pela Lei nº 9.433/97, a conhecida “Lei das Águas”, é o envolvimento dos cidadãos nos trabalhos de gestão de recursos hídricos como uma necessidade, tendo em vista as dimensões continentais do Brasil e as próprias características do setor, que impossibilitam qualquer iniciativa centralizada ou apenas governamental para o trato com a água.

Segundo MATTOS & MATTOS (2000), a experiência brasileira de administração e gestão de recursos hídricos por bacias hidrográficas e com a participação do poder público, dos usuários e da comunidade ainda é incipiente e em pequeno número, sendo ainda poucas as bacias que possuem comitês ou consórcios com a participação da sociedade, que regem a administração dos recursos hídricos. Estes comitês são os órgãos que devem estabelecer a taxa de cobrança pelo uso da água, os programas de investimentos e gerenciar os conflitos resultantes dos diversos usos da água.

Mas, GUIMARÃES Jr. *et al.* (2000) afirmam que a região Nordeste do Brasil constitui uma das regiões onde cada vez mais se impõe a necessidade de planejamento racional para o uso dos seus parcos recursos hídricos, principalmente na região do semi-árido.

A região Seridó, uma das mais populosas do RN, vem atravessando um processo crônico de escassez d’água, que compromete o desenvolvimento de inúmeras cidades, freqüentemente ameaçadas de colapso de abastecimento de água a partir de açudes públicos da região.

O manejo sustentável dos recursos hídricos constitui uma das vias para a solução de problemas centrais do desenvolvimento no semi-árido nordestino.

Segundo RIGHETTO (1998) *apud* GUIMARÃES Jr. *et al.* (2000), a construção de barragens para o represamento das águas em determinadas seções dos cursos d’água de uma bacia hidrográfica tem como principal objetivo a regularização das

vazões naturais e, conseqüentemente, a melhor utilização dos recursos hídricos superficiais.

Para CONEJO (1983) *apud* MELO (2002), os estudos de planejamento, projeto e operação de sistemas de recursos hídricos vêm sendo desenvolvidos com base, em geral, em três métodos principais, a saber: métodos simplificados (diagrama de Rippl, análise estatística); métodos otimizantes (programação linear e dinâmica); e simulação.

O SAB engloba cerca de 70.000 açudes de pequeno porte, os quais, de acordo com SUASSUNA (2002) *apud* FONTES *et al.* (2003), são caracterizados por volumes entre 10.000 e 200.000 m^3 e representam 80% dos corpos d'água nos estados nordestinos.

De acordo com CARVALHO FILHO (2002), apesar da grande quantidade de pequenos açudes existentes no Nordeste, a região é conhecida pelo drama da ocorrência periódica das secas, revelando a difícil situação com a qual convivem os agricultores, notadamente no sertão. Na opinião do autor, essa situação contrastante revela, no mínimo, uma subutilização do grande volume d'água armazenado, pois os açudes extravasam com freqüência e há pouca valorização desses recursos hídricos.

Ainda segundo o mesmo autor, a bacia do rio Piranhas – a qual inclui a região do Seridó – destaca-se como uma das áreas de maior densidade, alcançando 1,5 km^2 por açude.

Conforme informações do IDEMA, em 1991, o Seridó norte-riograndense contava com 715 açudes particulares, com capacidade individual de armazenagem superior a 100.000 m^3. No total, essa capacidade de armazenagem era superior a 500 milhões de metros cúbicos de água, incluindo 29 açudes comunitários, com capacidade individual de armazenagem[17] também superior a 100.000 m^3. A capacidade de armazenagem total dos açudes dessa última categoria era de 4.565.000 m^3. Sendo assim, a capacidade de açudagem total eleva-se para 544.546.000 m^3 de água (RIO GRANDE DO NORTE, 2000).

[17] Ver subitem 2.3.2 – Açudagem (Quadro 6 – Classificação de açudes segundo o volume e a bacia hidrográfica, p. 50).

Aliadas à escassez, apresentam-se também restrições relativas à qualidade da água nos açudes, principalmente quanto à salinização das águas acumuladas, conseqüência da evaporação, o que gera prejuízo nas culturas e nos terrenos a jusante, além de comprometer o consumo humano. Estima-se que um terço dos açudes do Departamento Nacional de Obras de Combate à Seca (DNOCS) apresente esse problema em seus perímetros irrigados (SUASSUNA, 2002 *apud* FONTES *et al.,* 2003).

O objetivo maior da política de açudagem foi formar uma estrutura capaz de tornar o semi-árido nordestino mais resistente aos efeitos das secas, permitindo a ocupação de imensos vazios hídricos com atividades agropecuárias e de irrigação, e a sua conseqüente transformação em área produtiva capaz de gerar excedentes financeiros (MELO, 2002).

A gestão das águas consiste na articulação do conjunto de ações dos diferentes agentes sociais, econômicos e políticos, objetivando compatibilizar o uso, o controle e a proteção desse recurso, disciplinando as ações antrópicas de acordo com a política estabelecida para a mesma, de modo a se atingir o desenvolvimento sustentável (SILVA, 2000 *apud* FONTES *et al.*, 2003).

Para o RIO GRANDE DO NORTE (2000), os principais problemas de gestão da água no Estado estão relacionados a aspectos educacionais da população, ocorrendo desvio de água por meio de válvulas de descargas e/ou pressões localizadas em alguns pontos das tubulações, além do mau uso e desperdício de água de boa qualidade e relativa abundância em algumas cidades e povoados rurais.

Obviamente, o desenvolvimento de uma região, principalmente daquelas que têm escassez hídrica, somente é possível reduzindo-se o desperdício, recuperando a qualidade dos mananciais, racionalizando o consumo e avançando na tecnologia nacional de exploração hídrica, ou seja, promovendo um consistente programa de gerenciamento dos recursos hídricos (MELO, 2002).

LIMA *et al.* (2000) salientam que nas regiões semi-áridas cearenses, bem como de todo o Nordeste brasileiro, o maior desafio é a obtenção de transformações culturais, econômicas e ambientais. Afirmam também que, embora tenha espalhado muitas coleções de água por todo o território nordestino, a política de acumulação de

água não se mostrou capaz o suficiente para dar início e, sobretudo, sustentabilidade ao desenvolvimento.

VIEIRA (1994) *apud* LIMA *el al.* (2000) apresenta princípios e critérios de maior importância, os quais devem ser usados em uma nova política de águas, visando ao desenvolvimento sustentável do semi-árido:

a) compatibilizar, no cenário desejado de longo prazo, as atividades humanas planejadas com a disponibilidade hídrica viável, racionalizando usos, preservando a qualidade, melhorando a eficiência e evitando desperdícios;

b) minimizar, através de um programa permanente de controle hidro-ambiental, não só a poluição hídrica em si, como também qualquer processo de deteriorização ambiental;

c) promover um programa de irrigação de alta eficácia;

d) institucionalizar um sistema de planejamento estratégico regional, baseado nos sistemas estaduais de gerenciamento de recursos hídricos, de forma a resolver conflitos, harmonizar interesses e otimizar ações; e

e) desenvolver modelos de gestão de bacias apropriados ao semi-árido.

Analisando a experiência internacional em gestão dos recursos hídricos, LUCHINI (2000) considera que, para o caso brasileiro, além da irregularidade na distribuição, o desperdício, as ações predatórias comumente praticadas no meio ambiente e a falta de preocupação com a elaboração de um planejamento integrado capaz de dar conta dos usos múltiplos da água, antes da execução de projetos desenvolvimentistas, tornam o cenário brasileiro crítico no que se refere à questão hídrica.

A falta de planejamento na gestão de recursos hídricos tem sido a causa de diversos conflitos entre usuários de reservatórios com uso múltiplo, localizados no semi-árido nordestino, levando muitas vezes, o manancial à exaustão (MELO, 2002).

GUIMARÃES Jr. *et al.* (2000) afirmam também que o quadro dos recursos hídricos da região nordeste brasileira é bastante contraditório e de insustentabilidade, porque até então a região não desenvolveu, em sua plenitude, uma cultura de racionalização do uso da água. Convivem sistemas modernos de irrigação com práticas rudimentares de irrigação, associadas à operação caótica de

reservatórios, ocorrendo, na maioria das vezes, grande desperdício de água de abastecimento urbano, além da falta de continuidade das políticas públicas (GUIMARÃES Jr., 2005).

Além do problema da seca, o analfabetismo, aliado a políticas anacrônicas, contribui para manter 10 milhões de pessoas em situação de miséria, dentre os 17 milhões que habitam o Nordeste e que representam 54,5% do total nacional (FERREIRA & SANTOS, 2000).

Urge, portanto, entre outras medidas, a implantação de um programa de educação ambiental à população urbana e melhoria na prática de irrigação no meio rural de forma sustentável.

Ao incorporar a gestão democrática e participativa entre os fundamentos da gestão de recursos hídricos, a Política Nacional dos Recursos Hídricos apresenta à sociedade brasileira uma responsabilidade antes nunca tão bem explicitada em instrumentos legais. Tal fato coloca os gestores diante de um novo paradigma, que é a divisão do poder de decisão, colocando, além disso, sobre o órgão gestor o papel de conduzir o processo de implementação da política.

Enfim, os órgãos gestores dos recursos hídricos devem ser capacitados para o fim de bem geri-los, visto que são eles os principais responsáveis pela condução do processo de implementação da Política de Recursos Hídricos, como secretarias executivas dos Conselhos de Recursos Hídricos, e de criação dos comitês de bacias e gerenciamento dos recursos hídricos.

2.5 – A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO SERIDÓ (RN)

Nesse subitem, foram relacionadas as políticas públicas na área de recursos hídricos que vêm sendo propostas e executadas pelo Governo do Estado do RN, especificamente as voltadas para a região do Seridó.

A questão do armazenamento e gerenciamento dos recursos hídricos no Estado do RN vem sendo equacionada no âmbito do Plano Estadual de Recursos Hídricos, concluído em NOV/98 e composto de 43 (quarenta e três) volumes, apreciado e aprovado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos em AGO/2000. O Plano encontra-se em fase de execução, como parte integrante do Programa

Proágua/Semi-Árido, uma das principais iniciativas do governo federal, incluída, prioritariamente, no Programa Brasil em Ação.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte – PERH/RN está pautado, portanto, pela estruturação que orienta o Proágua/Semi-Árido, sendo "Obras Prioritárias" um dos componentes do referido Programa, que abrange ações referentes ao financiamento de obras de infra-estrutura de interesse local, visando à armazenagem e à distribuição de água bruta para comunidades com problemas de suprimento.

No geral, as intervenções referidas a esse componente contemplam, prioritariamente: a construção de barragens ou açudes que se destinem predominantemente ao abastecimento humano; a construção de adutoras de água por atacado; a construção de Estações de Tratamento de Água – ETA; a construção de sistemas simplificados de abastecimento de água; e a implementação de sistemas de captação de água subterrânea.[18]

No Estado do RN, as atividades do componente "Gerenciamento, Monitoramento e Avaliação" estão sendo conduzidas de acordo com as orientações estabelecidas pela Política Estadual de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 6.908/96, de 01/07/96.

Através da SERHID, o governo estadual vem implementando a política e o sistema integrado de gestão dos recursos hídricos, centrados em duas grandes áreas de atuação:

a) Programa de infra-estrutura hídrica (oferta hídrica), cujas medidas para o seu estabelecimento são: construção de adutoras, perfuração de poços, construção de barragens e canais, instalação de dessalinizadores e instalação de pequenos sistemas simplificados de abastecimento de água;

b) Programa de gerenciamento dos recursos hídricos (sustentabilidade).

Dos 7 (sete) sistemas adutores inicialmente concebidos pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos e localizados nas principais regiões do Estado do RN, 03 (três) interessam, diretamente, à região Seridó. São eles:

- Sistema Adutor Jardim do Seridó;

[18] Cf. PDSS (RN, 2000), v. 2, p. 66.

- Sistema Adutor Piranhas-Caicó; e
- Sistema Adutor Serra de Santana.

O Sistema Adutor Jardim do Seridó, cujas obras já foram concluídas, tem por objeto suprir de água de boa qualidade a cidade de Jardim do Seridó e 07 (sete) comunidades situadas ao longo do seu traçado, atendendo a uma população de 15.075 habitantes, a partir da barragem de Passagem das Traíras, com vazão de 131,3 m^3/h (36,5 l/s) e extensão de 44.140 m.

De acordo com os estudos realizados pelo Ministério da Integração Nacional, com vistas ao Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco, o Sistema Adutor Piranhas-Caicó foi projetado para captar água do Rio Piranhas, o qual se encontra perenizado pelo sistema Coremas-Mãe D'água, no Estado da Paraíba. O ponto de captação estudado fica próximo à ponte Jardim de Piranhas. Segundo o projeto, o sistema adutor abastece as cidades de Caicó, São Fernando, Timbaúba dos Batistas e Jardim de Piranhas, cuja população beneficiada é de 58.300 habitantes, o alcance do projeto é de 20 anos e a vazão estimada para o final do projeto de transposição é da ordem de 121 l/s.[19]

No entanto, conforme recentes informações divulgadas pela SERHID, o número de beneficiados será 79.455 hab, com vazão de 558,5 m^3/h (155 l/s) e extensão de 46.330 m.

O Sistema Adutor Serra de Santana foi projeto para captar água da barragem Armando Ribeiro Gonçalves, por meio de uma estação de bombeamento composta por flutuadores dotados de bombas submersas, a fim de abastecer a população das encostas e do platô da Serra de Santana.

Dividida em 02 (duas) etapas, essa adutora está sendo implantada pela SERHID. A primeira etapa, já concluída, abastece atualmente o município de Florânia e algumas comunidades rurais (9.330 hab), e a segunda etapa tem por finalidade o abastecimento dos municípios de Tenente Laurentino Cruz, São Vicente, Lagoa Nova e Bodó, além das comunidades rurais: Boi Selado, Barão de Serra Branca, Três Porteiras, Palestinas, Cacimbas, Adequê, Serra Branca, Serrote e outras.

[19] Cf. PDSS (RN, 2000), v. 2, p. 68.

A partir da barragem Armando Ribeiro Gonçalves (ARG), a previsão de vazão (da 2ª etapa) da adutora é de 306 m^3/h (85 l/s), com extensão total de 89.396 m. A população a ser beneficiada atualmente é de 40.852 hab, que, projetada para o ano de 2016, será de 60.702 hab, por estimativa.

Outras 02 (duas) adutoras estão projetadas na região. São elas:

- Adutora Carnaúba dos Dantas – projetada pela SERHID para abastecer o município de Carnaúba dos Dantas com água captada da barragem Min. João Alves, no rio Seridó, RN; e
- Sistema adutor Parelhas-Santana do Seridó (em construção) – para abastecer a cidade de Santana do Seridó e o povoado de São Bento. A previsão é de beneficiar 2.900 hab, ao final do Plano, com vazão de 36 l/s e 12 km de extensão, captando água no reservatório da barragem de Caldeirão de Parelhas, a 3 km daquele município.

A SERHID pretende também ampliar o sistema adutor Seridó, com a construção do ramal Açude Gargalheiras/Currais Novos, com 22 km de extensão, para beneficiar cerca de 40.000 hab naquela cidade, em vista do desgaste do atual sistema adutor (década de 1970).

Além do Programa de adutoras, a SERHID pretende construir a Barragem de Oiticica, que represará o rio Piranhas-Açu, a 17 km da sede do município de Jucurutu, com vistas à implantação do Projeto “Eixo de Integração do Seridó”, cuja idéia visa colocar as águas em movimento, transpondo do rio Piranhas-Açu para a bacia do rio Seridó, integrando, por conseguinte, as duas bacias.

A partir da barragem de Oiticica, a integração prevista ocorrerá pela construção de um canal de 36 km de extensão, que interligará os açudes públicos de Cruzeta, Passagem das Traíras e Itans. Segundo informações técnicas da SERHID, a referida obra propiciará a irrigação de 2.500 ha de terras.

O governo do RN vem negociando com o Banco Mundial o Programa de Desenvolvimento Sustentável e Convivência com o Semi-árido potiguar, que prevê investimentos de US$ 60 milhões em 5 (cinco) anos, para o setor de recursos hídricos no estado, cujas principais diretrizes estruturantes do Programa são:

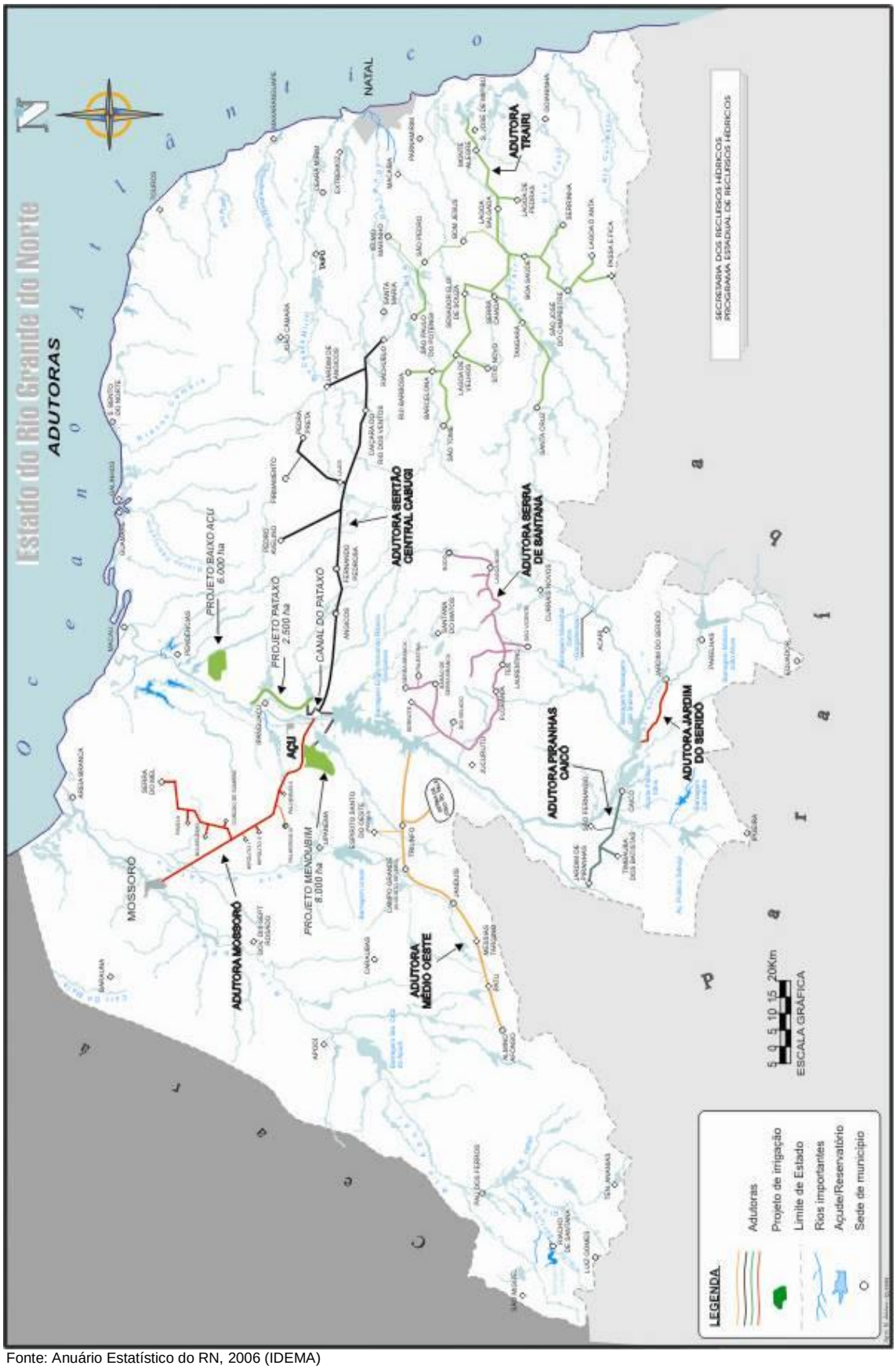
a) ênfase no estabelecimento de mecanismos de gestão e de financiamento

auto-sustentado, apoiado em estudos e projetos consistentes do ponto de vista técnico;

b) incentivo a práticas racionais e à exploração conservacionista dos recursos naturais, principalmente mediante a redução de perdas e desperdícios, além do incentivo à reutilização da água;

c) foco em problemas associados de combate à pobreza e ausência de disponibilidades hídricas.

A seguir, o mapa de adutoras de todo o Estado do Rio Grande do Norte, demonstrando as principais obras de recursos hídricos realizadas pela SERHID (ver Figura 10).



Fonte: Anuário Estatístico do RN, 2006 (IDEMA)

Figura 10 – Mapa de adutoras do Rio Grande do Norte

2.6 – LEGISLAÇÕES FEDERAL E ESTADUAL

Em linha com o princípio constitucional de que a água é um bem de domínio público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, a Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGERH, do qual o Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH é integrante, sendo sua instância deliberativa máxima.[20]

Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais, devendo sempre a sua gestão proporcionar o uso múltiplo das águas, considerando a bacia hidrográfica como a unidade territorial de planejamento e gestão, que deve ser de forma descentralizada e participativa (Poder Público, usuários e comunidades). Esses são os fundamentos estabelecidos pela referida "Lei das Águas", sendo a implementação da PNRH de competência da Agência Nacional de Águas – ANA, criada em 2000, através da Lei nº 9.984/00.

À semelhança do que ocorreu em outros Estados, o RN também editou legislação estadual sobre recursos hídricos antes da aprovação da Lei Federal acima referida.

A Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH) foram estabelecidos na Lei Estadual 6.908/96, com ênfase na definição das competências dos órgãos gestores. Este instrumento legal foi posteriormente reforçado pela regulamentação da PERH (Decreto 13.283/97), que instrumentaliza os mecanismos de outorga, licenciamento, fiscalização e punição quanto ao uso dos recursos hídricos estaduais.[21]

Aquele dispositivo legal (Lei nº 9.433/97) apresenta os Planos de Recursos Hídricos como instrumentos de gestão, assim definidos para fundamentar e orientar a implementação dessa política, sendo determinado ainda que seu conteúdo mínimo deva diagnosticar a situação atual, o balanço hídrico, a cargo das Agências de Água, contemplando os aspectos de qualidade e quantidade, entre disponibilidades e

[20] Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Recursos hídricos: conjunto de normas legais, 2004, p.17.
[21] Disponível no site http://www.marcadagua.org.br/PiranhasAcu.pdf (acessado em 20/05/2007).

demandas atual e futura, além da identificação de conflitos potenciais e proposição de medidas para o aumento da oferta hídrica.

Com isso, fica fácil reconhecer-se que, embora infinito – sob a ótica do ciclo hidrológico – a água, realmente, é um recurso limitado quanto ao acesso e uso, e que, por essa razão, sua má utilização e gerenciamento podem acarretar crise no abastecimento e redução de fornecimento, não atendendo, assim, à crescente demanda. Daí a necessidade de uma legislação específica, a fim de disciplinar o uso racional das águas, de modo a democratizar o acesso aos recursos hídricos.

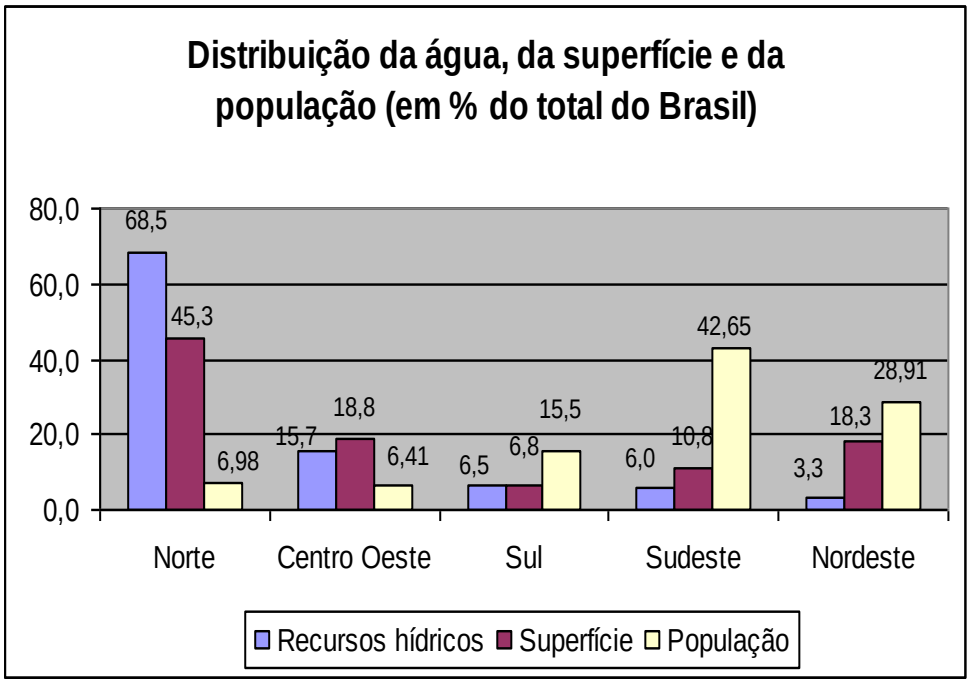
2.7 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA

O Brasil é detentor da maior disponibilidade hídrica do planeta, ou seja, cerca de 13,8% do deflúvio médio mundial (FERREIRA & SANTOS, 2000), os quais correspondem a 56,9% do total da América do Sul[22]. No entanto, atualmente, já se tem notícia de racionamento de água em alguns centros e conglomerados urbanos brasileiros, visto que grande parte da população ainda não está contemplada com água tratada para sua utilização, devido à sua má distribuição.

Em que pese o expressivo potencial hídrico, é importante destacar a grande variabilidade temporal e espacial das águas nas diversas regiões brasileiras, estreitamente associada à variação das precipitações e à sua sazonalidade, além de outras características naturais. Ademais, as bacias hidrográficas localizadas em áreas que apresentam uma combinação de baixa disponibilidade e grande utilização dos recursos hídricos passam por situação de escassez e estresse hídrico.

Nessas condições, encontra-se a região semi-árida do nordeste brasileiro – que dispõe apenas de 3,3% da disponibilidade hídrica do país (Figura 11) – onde um considerável contingente populacional sobrevive em condições bastante críticas, num ambiente carente desse recurso natural, agravado pela repetição periódica de secas, apresentando-se, portanto, como uma das áreas onde mais se impõe a necessidade de um planejamento racional para o uso dos seus recursos hídricos.

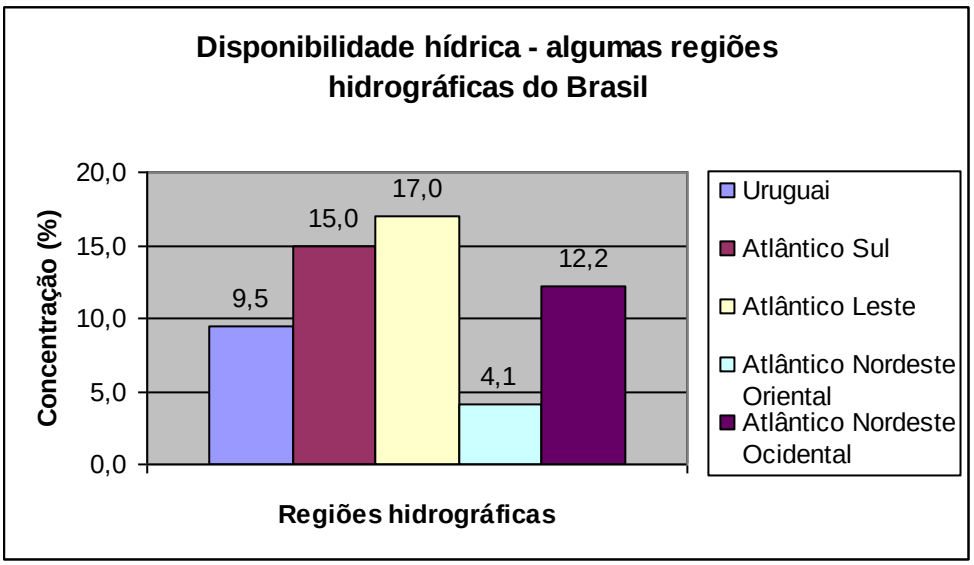
[22] MMA. Água, fatos e tendências. Publicação em parceria do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) com *World Business Coucil for Sustainable Development (WBCSD)* e com a Agência Nacional de Águas (ANA), [2006].



Fonte dos dados: Consumo Sustentável – Manual de Educação (2002) *apud* MMA (2004)

Figura 11 – Distribuição da água, da superfície e da população (% em relação ao Brasil)

Utilizando o indicador “proporção da vazão de estiagem em relação à vazão média”, dos rios de algumas regiões hidrográficas – que é a água de que se pode, de fato, dispor com segurança durante todo o ano – conclui-se que, na região hidrográfica do Uruguai, essa proporção é de 9,49%; na Atlântico Sul, de 14,95%; na Atlântico Leste, de 16,96%; na Atlântico Nordeste Oriental, de 4,11%; e na Atlântico Nordeste Ocidental, de 12,23% (PNUD, 2006), ratificando a variabilidade da disponibilidade hídrica brasileira, conforme mostrada na Figura 12, a distribuição extremamente desigual dos recursos hídricos. Segundo o autor, das 12 (doze) regiões hidrográficas nacionais (Figura 13), apenas 03 (três) superam uma vazão de estiagem em relação à vazão média acima de 38%, dado do PNRH.



Fonte de dados: PNUD (2006) - Entrevista de 11/12/2006 (site: www.pnud.org.br)

Figura 12 – Disponibilidade hídrica do Brasil em algumas regiões hidrográficas
Concentração (%)

Fonte: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/pt/0/0e/Bacias.jpg

Figura 13 – Regiões hidrográficas do Brasil

De acordo com CARVALHO (2000), a disponibilidade hídrica no nordeste brasileiro é bastante diferenciada, devido aos fatores climáticos, principalmente àqueles relativos à distribuição, ocorrência e regime das chuvas. A escassez de água na região é conseqüência não tanto dos totais pluviométricos médios anuais, em torno de 600 a 800 mm, mas também da irregularidade da precipitação, da

intensa evapotranspiração e das características do substrato cristalino, com compacidade efêmera de armazenamento.

A água passa a ser um bem econômico a partir do momento em que a relação entre a disponibilidade e a utilização a transforma em um bem escasso (ARAÚJO & ARAÚJO, 2000). Assim, ao tempo em que, como um bem livre na natureza, como um bem econômico, estratégico e social, além de indispensável à vida (pois é direito humano), a água também é um insumo imprescindível ao desenvolvimento de uma região ou comunidade. No entanto, a crescente demanda, de um modo geral, aliada à poluição dos mananciais, vem, a cada dia, provocando sua escassez, constituindo, por isso, uma das principais preocupações das autoridades de toda a Terra.

Como dito acima, a água é o insumo básico da sobrevivência de todas as espécies e indicador do desenvolvimento de uma região, sendo necessário atenção especial no seu manejo, com vistas à sua conservação em qualidade e quantidade. Isso é alcançado através da gestão dos recursos hídricos, que se refere aos procedimentos relativos à tentativa de equacionar e resolver as questões da água e otimizar o seu uso (ANEEL, p. 60, 2001 *apud* FONTES *et al.*, 2003).

A busca de soluções, muitas vezes, é respaldada nas previsões climáticas que procuram dar subsídios para o planejamento de curto e médio prazo, no intuito de amenizar o efeito destes períodos considerados críticos. Tais previsões, no entanto, consideram praticamente a possível ocorrência de precipitações totais anuais (acima, abaixo ou em torno da média), sem considerar a sua distribuição temporal e espacial, que são fatores essenciais para o manejo adequado dos recursos hídricos (GALVÃO & CLARKE, 1999) para a agricultura.

O risco da agricultura, por exemplo, dependente de chuva e a falta de água para o consumo humano e para pequenas criações constituem a principal causa da baixa qualidade de vida do meio rural, principalmente nas zonas áridas e semi-áridas, que correspondem a 55% das terras em todo o mundo e a 13% do território nacional brasileiro (SILVA *et al.*, 1993). No Brasil, esses efeitos são mais intensos no meio rural da região Nordeste, onde a produção e a produtividade agrícola são limitadas pela irregularidade na distribuição espaço-temporal da chuva, considerada mais grave do que sua escassez propriamente dita (SILVA & REGO NETO, 1992).

Segundo a ANA, o Estado do RN está inserido em uma das faixas de menor disponibilidade hídrica do Nordeste, sendo as sub-bacias do Seridó e Apodi apontadas como problemáticas, com vazões específicas inferiores ao limite de 2 l/s.km^2. No âmbito de recursos hídricos superficiais (abastecimento por reservatórios), o diagnóstico daquela Agência mostra que há uma disponibilidade total da ordem de 28 m^3/s, valor considerado bom para as vazões de abastecimento. Contudo, a distribuição geográfica irregular dos serviços acaba deixando 97,6% da vazão disponível concentrados nas duas bacias principais: Apodi-Mossoró (21,5%) e Piranhas-Açu (76,1%).[23]

A região Seridó do RN requer o aproveitamento integral das suas potencialidades. Nesse contexto, destaca-se o grande número de açudes da região que, utilizados de forma mais racional, poderia sustentar um programa substancial de produção agrícola.

O abastecimento humano prioritário, a partir dos grandes açudes da região, vem-se constituindo no principal fator restritivo à produção agrícola, principalmente num quadro de baixas precipitações pluviométricas como nos últimos anos.

O Plano de Desenvolvimento Sustentável do Seridó – PDSS (volume 1) transcreve quatro conceitos essenciais à definição de oferta de água: potencialidades, disponibilidades, capacidade de armazenamento de recursos hídricos e nível de garantia de suprimento de água. Tais conceitos foram utilizados durante os trabalhos de elaboração do Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil – PLIRHINE, no final dos anos 70 e início dos anos 80 (SUDENE, 1980).

A potencialidade dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica corresponde ao escoamento natural médio, ou seja, à soma dos escoamentos de superfície e de base. A disponibilidade de recursos hídricos representa uma parcela da potencialidade, ativada por meio de açudes, poços, etc.

A capacidade de açudagem equivale à capacidade nominal de armazenamento de um açude ou reservatório e o nível de garantia da água armazenada em um açude é definido a partir de sua disponibilidade efetiva, que é aquela com a qual se pode efetivamente contar para diferentes tipos de consumo. O

[23] Diário de Natal – Ano LIII, nº 388, de 24/12/2006, p. 12.

nível de garantia mais utilizado no planejamento dos recursos hídricos é o de 90%, conforme VIEIRA (1994) *apud* RIO GRANDE DO NORTE (2000).

2.8 – HISTÓRICO E SITUAÇÃO ATUAL DOS AÇUDES DA BACIA DO RIO SERIDÓ, RN

A escassez de recursos hídricos no Seridó vem assumindo proporções notáveis, podendo-se confirmar no interior das fazendas, nas pequenas vilas – um dos principais motivos do crescente êxodo rural verificado nos últimos anos – e até mesmo nas cidades de maior porte, como por exemplo, Caicó e Currais Novos, através dos carros-pipa utilizados para a distribuição de água, sendo, portanto, as técnicas de armazenamento e manejo de água muito importantes no aproveitamento dos recursos hídricos existentes na região para os diversos usos.

Referida escassez é devida, principalmente, à concentração de um grande volume de água armazenável em um reduzido número de açudes – um dos principais indicadores da inadequação da distribuição de água – além da irregularidade espacial e temporal das chuvas e alta taxa de evaporação, características da região semi-árida.

De todos os açudes existentes na região, o Seridó pode contar com apenas 37, cuja capacidade nominal de armazenamento de água é superior a 1 milhão de metros cúbicos. No final do século passado, até mesmo esses açudes quase chegaram ao limite máximo de suas capacidades de utilização, o que equivale afirmar que os açudes médios – aqueles considerados com capacidade de armazenamento entre 100.000 e 1.000.000 m^3 – chegaram ao seu limite em alguns anos de seca do referido período.

Em geral, os pequenos açudes são utilizados para o abastecimento de áreas de demanda difusa – como as fazendas, por exemplo – e se localizam, preferencialmente, no interior das pequenas (com menos de 100 hectares de área). No semi-árido nordestino, os estabelecimentos com menos de 100 ha de área total correspondem de 85 a 90% do número total de estabelecimentos agropecuários, sendo assim também na região Seridó.

A prática da açudagem na região é bem antiga: desde os primórdios da colonização, a demanda rural difusa no Seridó é atendida, preferencialmente, pela

água acumulada nos pequenos açudes nos anos de boas chuvas (ou melhor, de bom inverno). Embora sejam fontes com restrição quanto à qualidade, para complementar o abastecimento de água na região, constroem-se cacimbas e cacimbões (poços tipo Amazonas), ocorrendo, principalmente, nas áreas de fazendas em que há coroas de rios e riachos bem dotadas de solos de aluvião.

Apesar do grande número de pequenos, médios e grandes açudes, distribuídos em toda a região em estudo, não há capacidade de suporte para atender às demandas de água de irrigação, assim como, principalmente, garantir o abastecimento humano prioritário nos períodos de secas prolongadas das cidades e das comunidades rurais.

Inúmeros são os fatores que concorrem para esse quadro, pois a região é bastante populosa, com 205.211 habitantes em 18 municípios, ocupando uma área de 6.767 km^2, densidade demográfica média de 30,3 hab/km^2, sendo a distribuição populacional de 78,8% nas cidades e 21,2% no campo[24], com êxodo rural crescente[25], apresenta-se com um clima árido, com balanço hídrico bastante adverso, agravado por uma super exploração das bacias, que resulta numa baixa eficiência de aproveitamento hídrico dos açudes.

O Quadro 8, resultado do trabalho de pesquisa realizado pelos técnicos da EMPARN em 2005, demonstra a quantidade de açudes cadastrados na bacia hidrográfica do rio Seridó (RN) com capacidade de armazenamento individual superior a 100.000 m^3.

[24] Ver Tabela 1, p. 83.
[25] Ver Anexo A, p. 165.

Quadro 8 – Número e volume dos açudes por sub-bacia do rio Seridó, RN

Sub-bacia	Açudes cadastrados			Volumes (1.000 m^3)		
	Públicos	Privados	Total	Públicos	Privados	Total
Rio Acauã	13	81	94	69.738	12.620	82.358
Rio Barra Nova	3	68	71	81.950	9.502	91.452
Riacho Cavalcante	1	10	11	1.790	2.129	3.919
Riacho cobra	7	8	15	9.489	810	10.299
Riacho Formiga	0	10	10	0	1.000	1.000
Rio Mundo Novo	1	18	19	3.600	10.933	14.533
Riacho Pitombeira	0	12	12	0	1.200	1.200
Riacho dos Quintos	3	4	7	11.529	450	11.979
Rio Santana	1	1	2	180	132	312
Rio Sabugi	1	73	74	65.335	8.249	73.584
Rio São José	11	134	145	38.418	21.718	60.136
Rio Vazantes	4	17	21	85.712	4.608	90.320
Total	**45**	**436**	**481**	**367.741**	**73.351**	**441.092**
Percentual	**9%**	**91%**	**100%**	**83%**	**17%**	**100%**

Fonte: SANTOS, N. C. F. *et al.* (2005)

A seguir, são apresentados o Quadro 9 (com a situação atual) e gráficos históricos da evolução de armazenamento dos açudes públicos mais importantes da bacia do rio Seridó potiguar, com capacidade máxima de acumulação acima de 10 hm^3, exceto o açude Zangarelhas (com 7,9 hm^3), responsáveis pelo abastecimento das principais cidades da região nos últimos anos.

Quadro 9 – Situação atual dos principais açudes da bacia do rio Seridó, RN

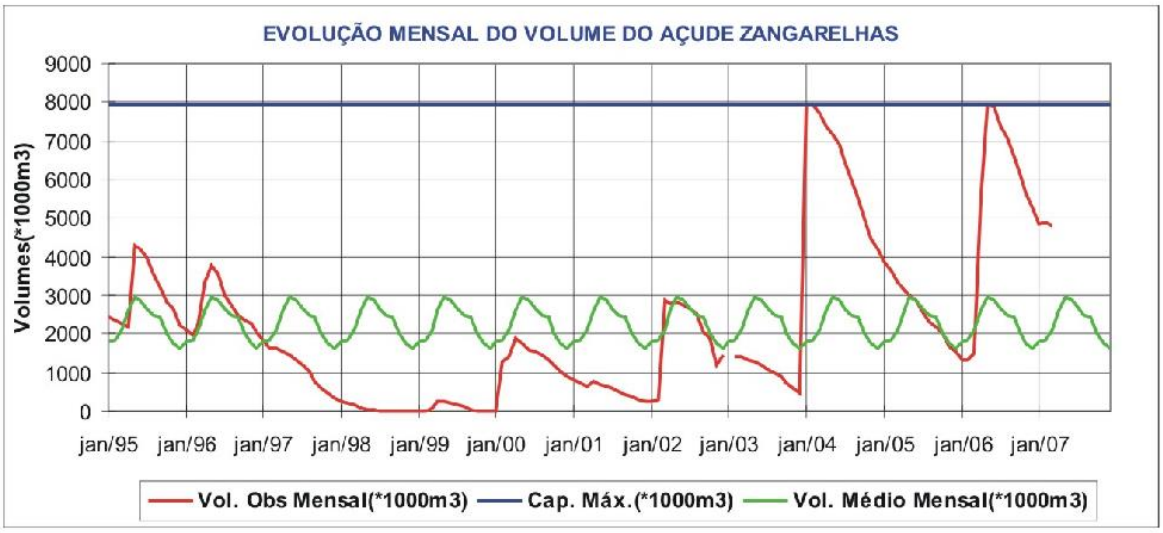
Reservatório	Município	Sub-bacia	Capacidade (m³)	Volume Atual		Data da Medição
				(m³)	(%)	
Zangarelhas	Jardim do Seridó	Seridó	7.916.000	4.782.000	60,41	31/03/07
Caldeirão	Parelhas	Seridó	10.195.600	4.217.000	41,36	31/03/07
Dourado	Currais Novos	Acauã	10.321.600	1.109.000	10,74	31/03/07
Carnaúba	São João do Sabugi	Sabugi	25.710.900	8.348.980	32,47	09/03/06
Cruzeta	Cruzeta	S. José Seridó	35.000.000	11.832.000	33,81	31/03/07
Marechal Dutra	Acari	Acauã	40.000.000	19.037.000	47,59	31/03/07
Passagem Traíras	São José do Seridó	Seridó	48.858.100	13.972.590	28,60	09/03/06
Sabugi	São João do Sabugi	Sabugi	65.334.880	58.396.000	89,38	31/03/07
Itâns	Caicó	Barra Nova	81.750.000	33.350.000	40,80	31/03/07
Boqueirão	Parelhas	Seridó	85.012.750	40.456.652	47,59	09/03/06
Total da bacia	**-**	**-**	**410.099.830**	**195.501.222**	**47,67**	**-**
Engº A. R. Gonçalves[1]	Açu	Piranhas	2.400.000.000	2.213.800.000	92,24	31/03/07

([1]) Exceto o Açude Armando Ribeiro Gonçalves (aqui incluído para fins de verificação da sua capacidade nominal)

Fontes:

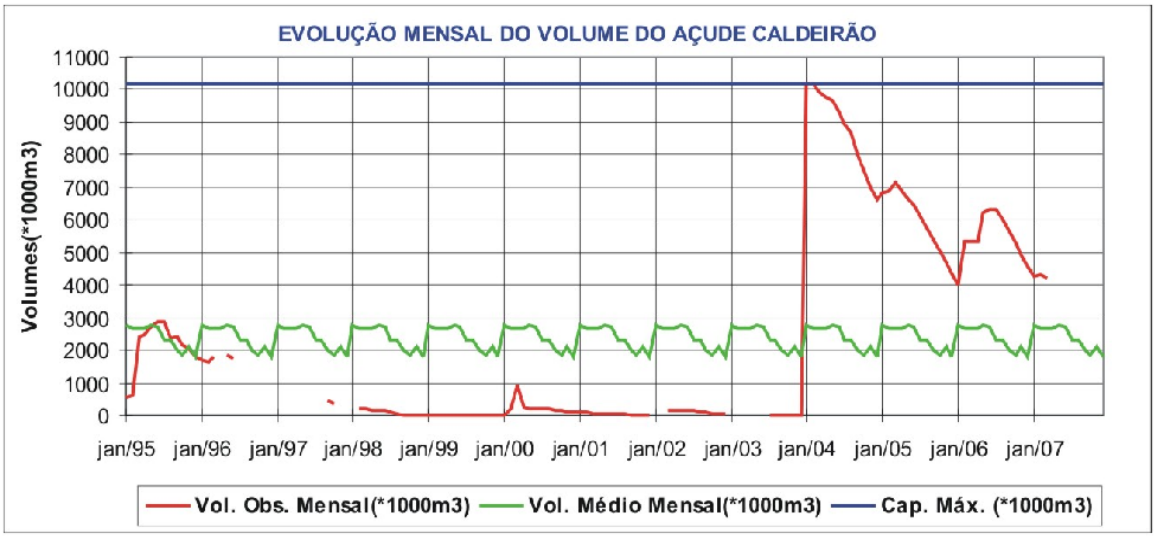
http://www.serhid.rn.gov.br/ (acessado em 16/03/2006)

http://www.emparqn.rn.gov.br/ (acessado em 18/04/2007)



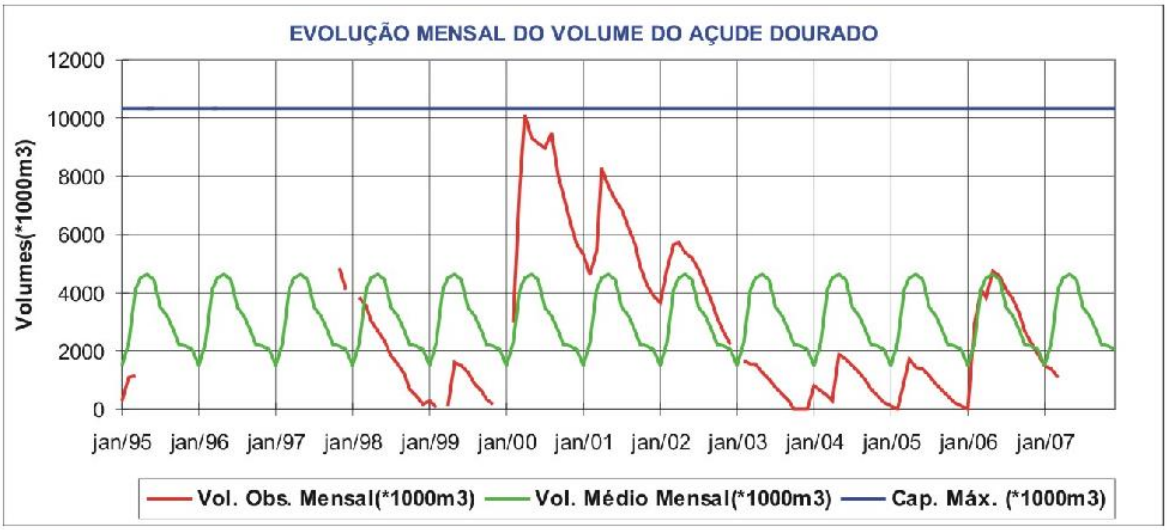
Fonte: Emparn

Figura 14 – Boletim limnimétrico mensal – Açude ZANGARELHAS (J. do Seridó)



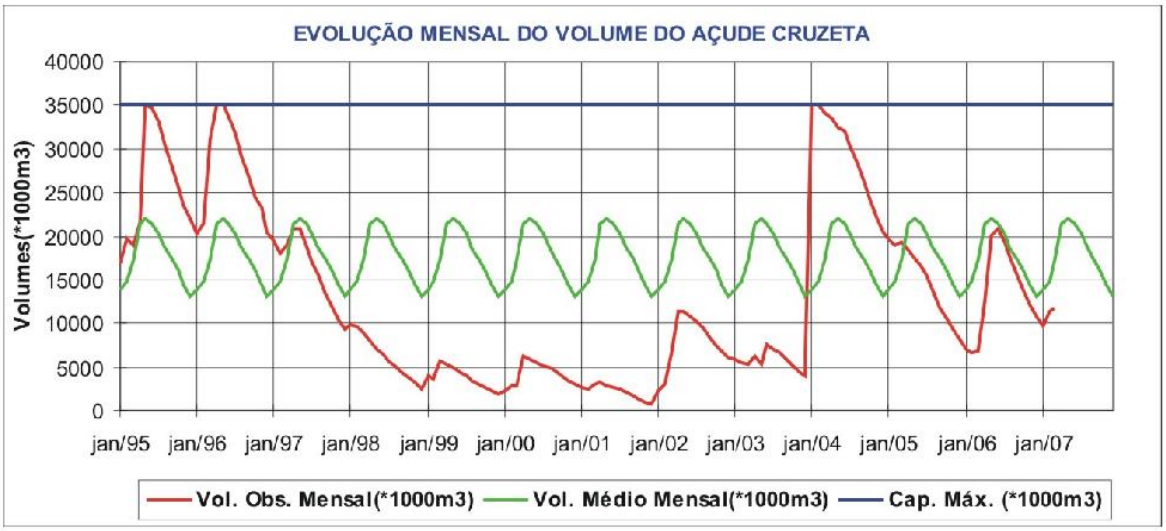
Fonte: Emparn

Figura 15 – Boletim limnimétrico mensal – Açude CALDEIRÃO (Parelhas)



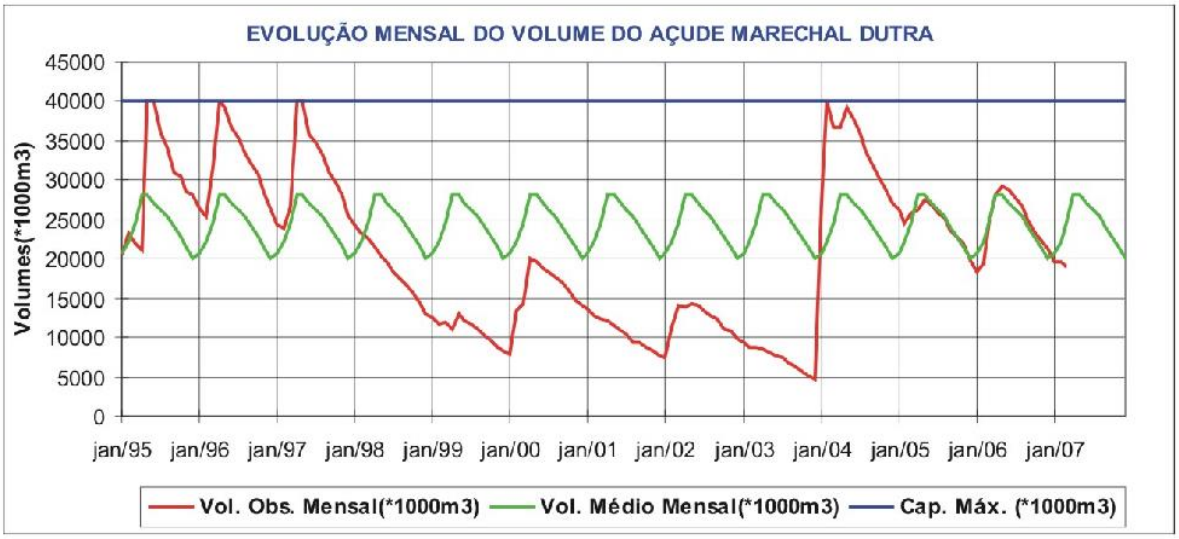
Fonte: Emparn

Figura 16 – Boletim limnimétrico mensal – Açude DOURADO (Currais Novos)



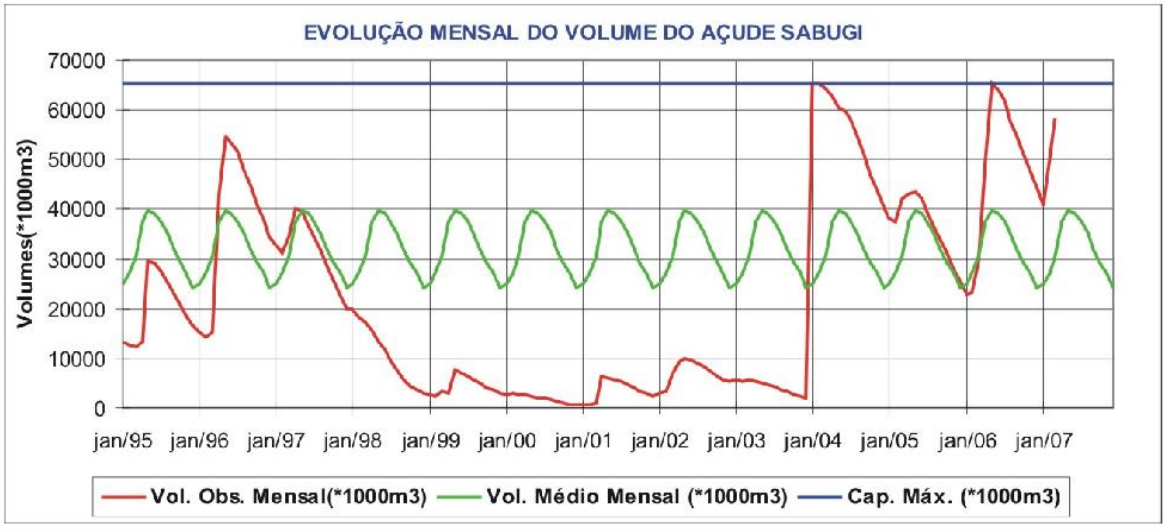
Fonte: Emparn

Figura 17 – Boletim limnimétrico mensal – Açude CRUZETA (Cruzeta)



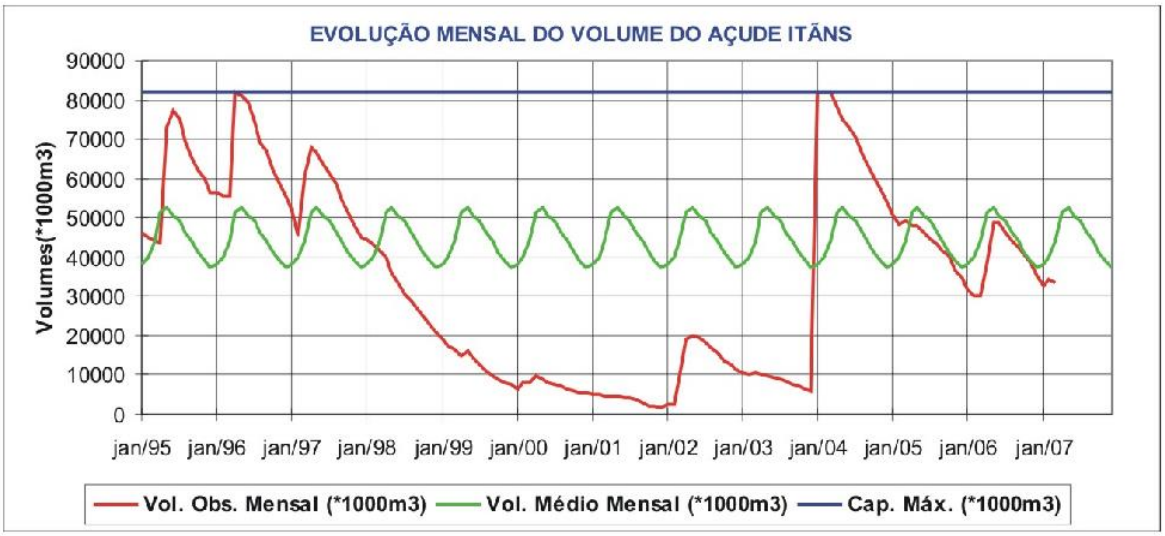
Fonte: Emparn

Figura 18 – Boletim limnimétrico mensal – Açude MAL. DUTRA ou GARGALHEIRAS (Acari)



Fonte: Emparn

Figura 19 – Boletim limnimétrico mensal – Açude SABUGI (S. João do Sabugi)



Fonte: Emparn

Figura 20 – Boletim limnimétrico mensal – Açude ITANS (Caicó)

2.9 – ÁREA DE ESTUDO E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS REGIONAIS

2.9.1 – INTRODUÇÃO

Nesse subitem da revisão de literatura, foi definida e caracterizada a área de estudo, bem como foram levantados os dados cadastrais da bacia do rio Seridó (população e infra-estrutura dos municípios da região, sua caracterização e potencialidades).

2.9.2 – ÁREA DA BACIA, ZONAS HOMOGÊNEAS E MUNICÍPIOS DA REGIÃO

A área objeto de estudo corresponde à bacia do Rio Seridó, no RN, sub-bacia do Piranhas-Açu, com 6.644,9 km^2 (36,74% daquela bacia), localizada na região do Seridó norte-riograndense, cujo espaço é dividido, fisicamente, em três Zonas Homogêneas (ZH), totalizando 28 (vinte e oito) municípios, dos quais 18 (dezoito) integram a bacia hidrográfica do rio Seridó (RN). São eles:

a) Na ZH Caicó (09 municípios): Caicó, Cruzeta, Ipueira, Jardim do Seridó, Ouro Branco, Santana do Seridó, São Fernando, São João do Sabugi e São José do Seridó.
b) Na ZH Currais Novos (05 municípios): Currais Novos, Acari, Carnaúba dos Dantas, Equador e Parelhas.
c) Na ZH Serras Centrais (04 municípios): Florânia, Lagoa Nova, São Vicente e Tenente Laurentino Cruz.

Vale salientar que a referida área corresponde a 65,9% de toda a bacia do rio Seridó (PB e RN) e encontra-se inserida na região semi-árida do RN, que corresponde a 90,69% do território estadual. Nessa região, as chuvas falham com freqüência, acarretando secas que afetam toda a sua população e provocando fortes impactos sobre a economia e o meio ambiente.

2.9.3 – LOCALIZAÇÃO E POPULAÇÃO

O Seridó norte-riograndense engloba a maior parte da bacia hidrográfica do rio Seridó, que nasce no sapé da Serra dos Cariris (ou Serra do Alagamar), estado da Paraíba e, penetrando o município no local denominado Seridozinho, nos limites

com o município de Jardim do Seridó/RN, constitui-se um dos principais afluentes do rio Piranhas-Açu, banhando os estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte.

As áreas limítrofes da bacia do rio Seridó se inserem na quadrícula de coordenadas geográficas 6°02' a 6°58' de Latitude Sul e 36°15' a 37°17' de Longitude Oeste.[26]

No ano 2000, a região em estudo possuía uma população total de 205.211 habitantes (equivalente a 49,5% da bacia Piranhas-Açu e 7,4% de todo o Estado do RN), sendo 161.603 hab da zona urbana (78,8%) e 43.608 hab da zona rural (21,2%), em uma área territorial de 6.767 km^2, correspondente a 12,69% do Estado. A taxa de urbanização da região é, portanto, superior à média estadual 73,35% (69,1%).[27] Em média, a sua densidade demográfica e a altitude são, respectivamente, 30,3 hab/km^2 e 321 metros, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Dados físicos e demográficos da bacia do rio Seridó, RN (Ano 2000)

Municipio	População (hab) - 2000			Área[1]	Densidade	Altitude
	Urbana	Rural	Total	(Km²)	(hab/Km²)	(m)
Acari	8.720	2.200	10.920	608,57	17,9	270
Caicó	48.239	5.096	53.335	1.228,57	43,4	161
Carnaúba dos Dantas	5.224	1.415	6.639	245,65	27,0	311
Cruzeta	5.870	2.184	8.054	295,83	27,2	231
Currais Novos	35.661	5.440	41.101	864,34	47,6	351
Equador	4.319	1.425	5.744	264,98	21,7	562
Florânia	4.427	4.162	8.589	504,02	17,0	317
Ipueira	1.516	345	1.861	127,35	14,6	220
Jardim do Seridó	9.212	2.783	11.995	368,64	32,5	220
Lagoa Nova	5.711	5.325	11.036	176,30	62,6	693
Ouro Branco	2.904	1.730	4.634	253,30	18,3	226
Parelhas	15.693	3.049	18.742	513,05	36,5	273
Santana do Seridó	1.376	860	2.236	188,40	11,9	337
São Fernando	1.611	1.761	3.372	404,42	8,3	143
São João do Sabugi	4.016	1.231	5.247	277,01	18,9	199
São José do Seridó	2.755	957	3.712	174,50	21,3	215
São Vicente	2.699	2.085	4.784	197,81	24,2	314
Tenente Laurentino Cruz	1.650	1.560	3.210	74,38	43,2	740
Totais e Média	**161.603**	**43.608**	**205.211**	**6.767,12**	**30,3**	**321**

([1]) Município

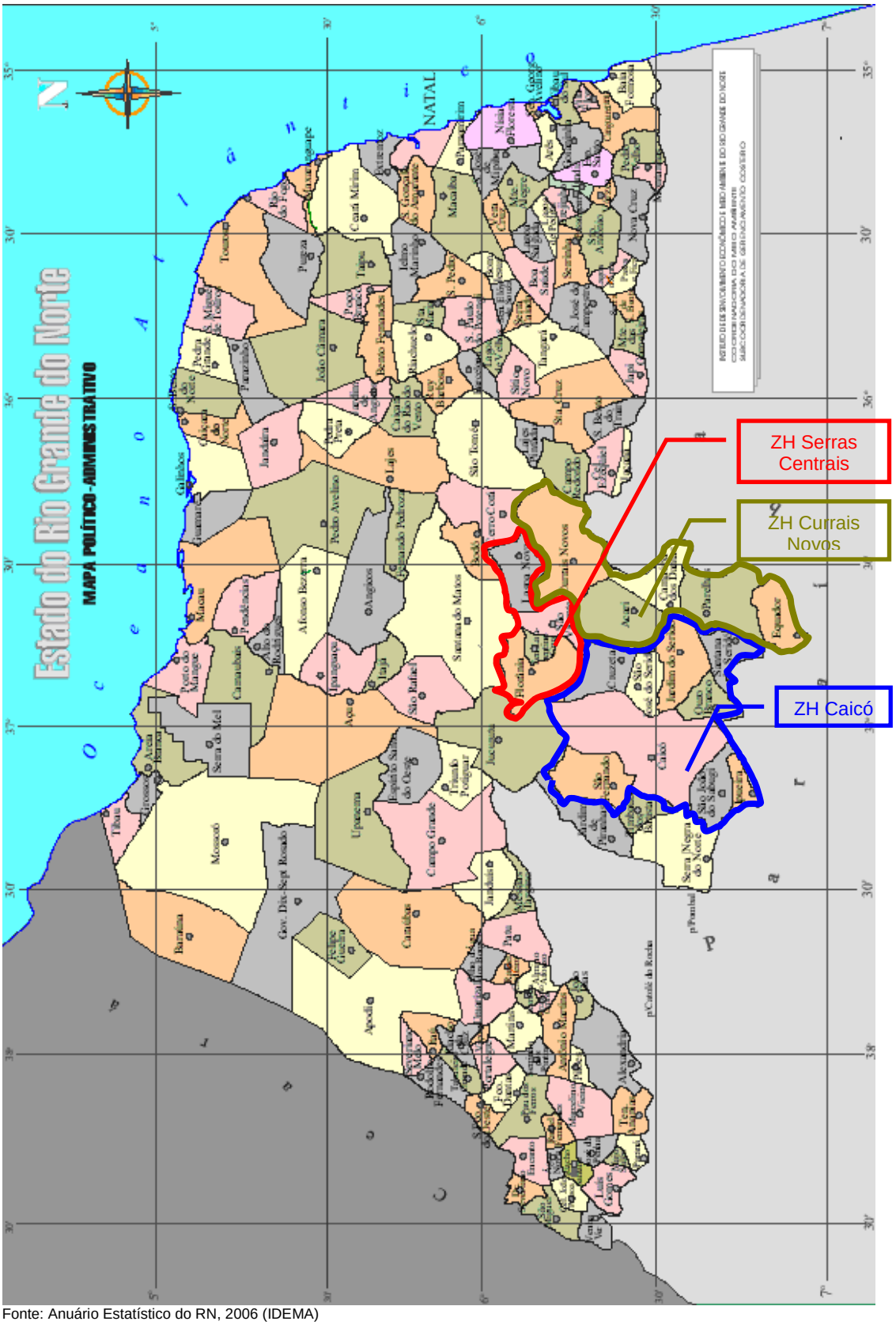
Fonte dos dados: Anuário Estatístico do RN, 2002 (IDEMA) e Anexo A

Nas figuras 21 a 26 a seguir, são apresentados, respectivamente, os mapas: político-administrativo estadual, das bacias hidrográficas do Rio Grande do Norte, da bacia e das sub-bacias do Rio Seridó (RN), dos municípios e dos açudes por sub-

[26] Cf. aplicativo *Arq View GIS 3.2*.

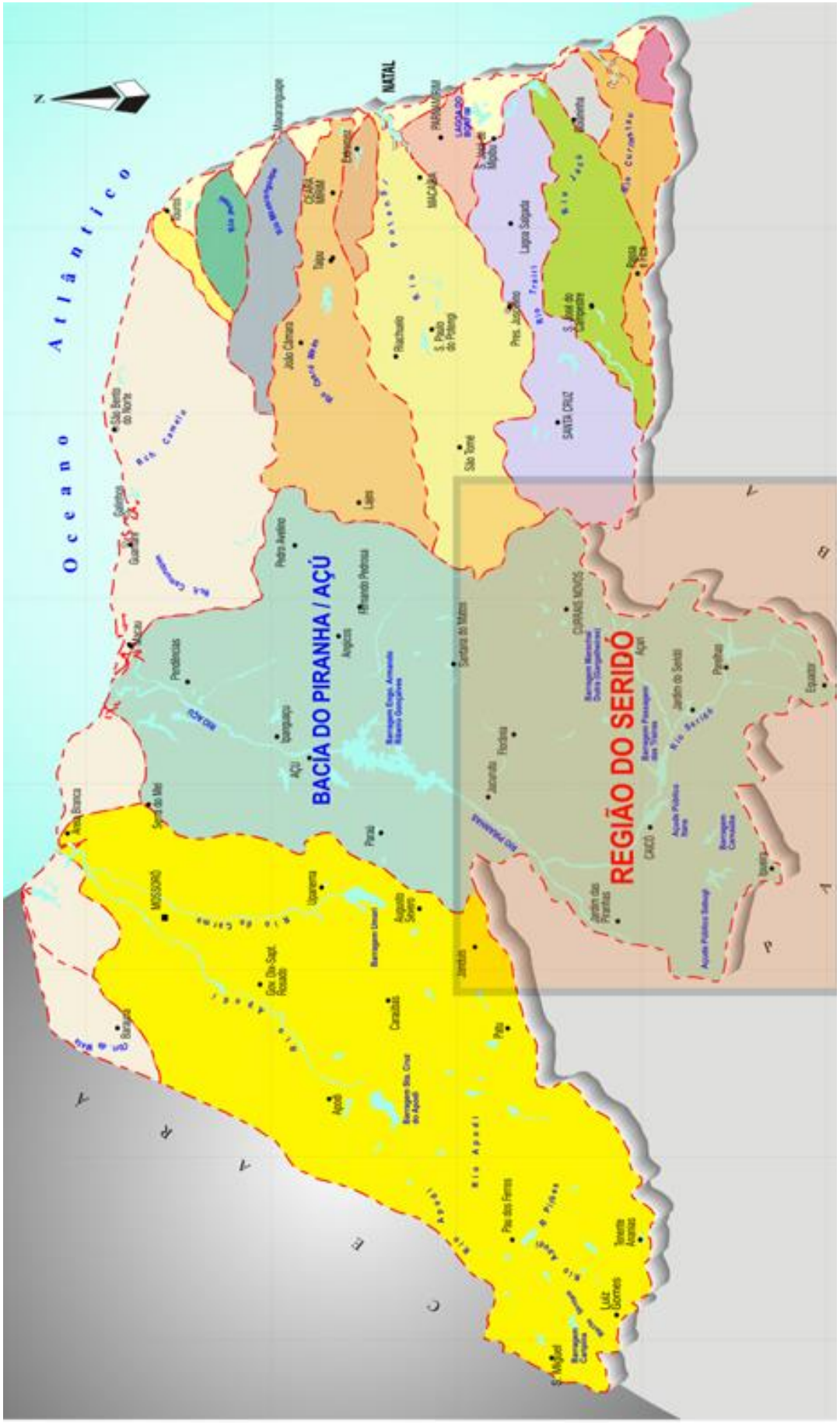
[27] Gruben, Anna e Paula Duarte Lopes. A bacia do rio Piranhas-Açu, Rio Grande do Norte – 2001. Relatórios preliminares 2001. Projeto Marca D'água. Núcleo de Pesquisa em Políticas Públicas. Edifício da FINATEC. Campus Universitário Darcy Ribeiro: Brasília, DF, 2002 (disponível em http://www.marcadagua.org.br).

bacia do Rio Seridó (RN), em que são mostrados seus limites geográficos, inclusive os municípios da área de estudo, delimitados pelas Zonas Homogêneas – ZH.



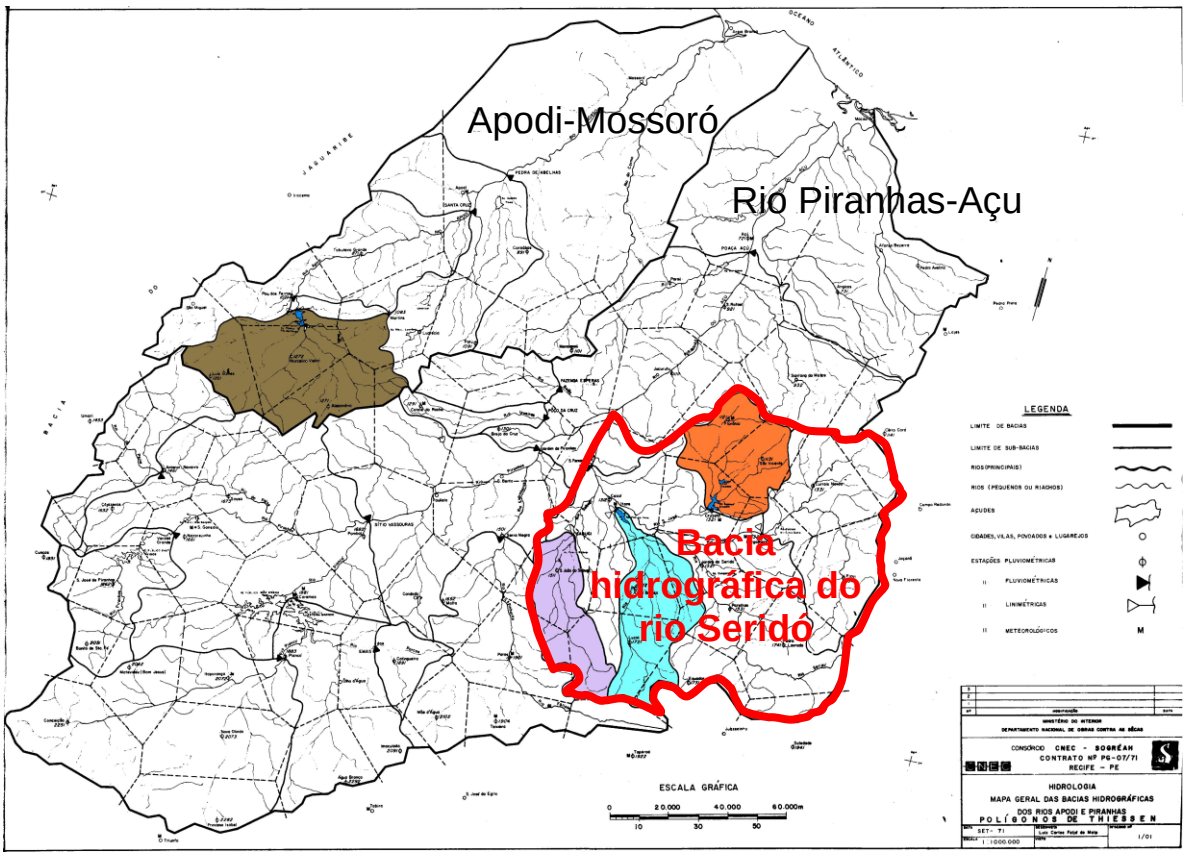
Fonte: Anuário Estatístico do RN, 2006 (IDEMA)

Figura 21 – Mapa político-administrativo do Rio Grande do Norte



Fonte: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH)

Figura 22 – Mapa das bacias hidrográficas do Rio Grande do Norte



Fonte: DNOCS

Bacia hidrográfica do rio Seridó

- Principal sub-bacia do Piranhas-Açu
- Área total: 10.080,3 km² (PB e RN)
- Área no RN: 6.644,9 km² (66%)
- Nascente: Serra do Alagamar (PB)
- Foz: Rio Açu (RN)

Figura 23 – Mapa da bacia hidrográfica do rio Seridó

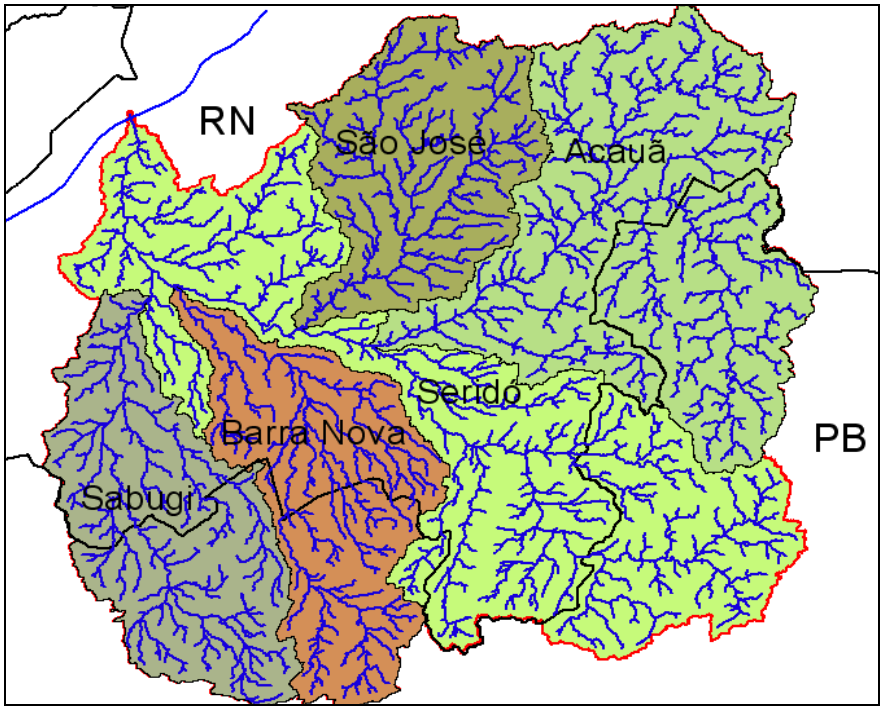


Figura 24 – Sub-bacias do rio Seridó, RN

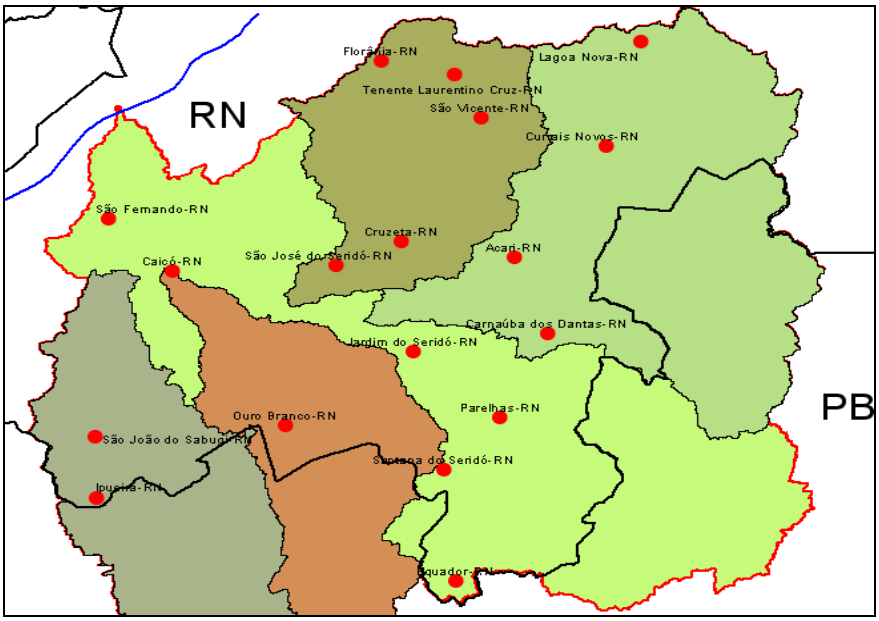


Figura 25 – Municípios por sub-bacia do rio Seridó, RN

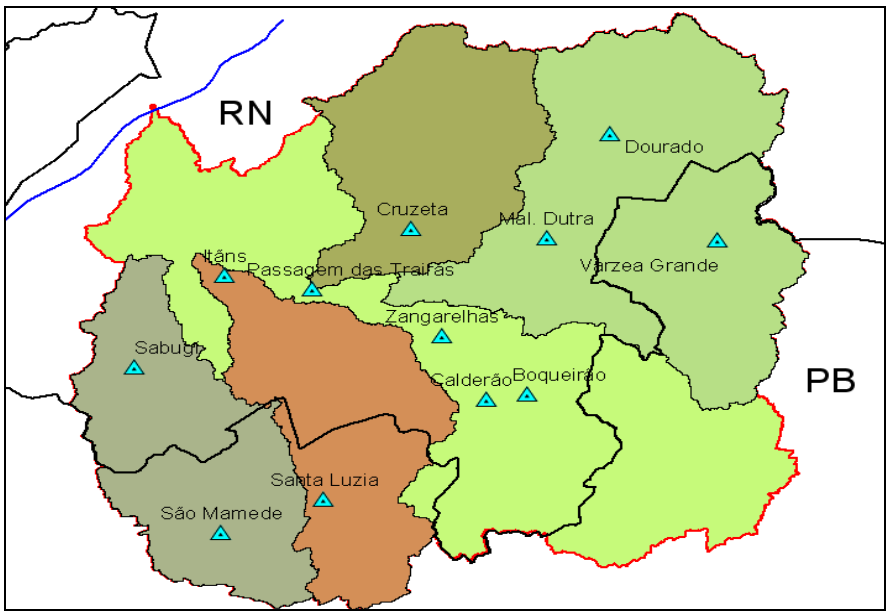


Figura 26 – Açudes por sub-bacia do rio Seridó, RN

2.9.4 – CLIMA, BIOMA, PRECIPITAÇÃO, EVAPOTRANSPIRAÇÃO, TEMPERATURA MÉDIA E UMIDADE RELATIVA DO AR

Em grande parte da bacia (ZH Caicó e Currais Novos), há uma predominância do clima tipo BSw'h', da classificação climática de Köppen, caracterizado por um clima muito quente e semi-árido, com estação chuvosa se atrasando para o outono. Nos municípios da ZH das Serras Centrais, o clima é semi-árido a leste, e subúmido a seco a oeste, exercendo influências positivas sobre a vegetação, onde domina a caatinga hipo e hiper-xerófila. O bioma de caatingas[28], normalmente denominado sertão, único no mundo, constitui a vegetação mais rala do semi-árido (Figura 27).

Fonte: http://www.roteiroserido.com.br/serido/aspectos/1

Figura 27 – Vegetação predominante no Seridó, RN: Caatinga

[28] Para Guimarães Duque (1964) *apud* PDSS (2000), v.1, p.48, "a caatinga é um conjunto de árvores e arbustos espontâneos, densos, baixos, retorcidos, leitosos, de aspecto seco, de folhas pequenas e caducas, no verão seco, para proteger a planta contra a desidratação pelo calor e pelo vento. As raízes são muito desenvolvidas, grossas e penetrantes."

De um modo geral, as chuvas anuais médias de longo período situam-se entre 500 mm e 600 mm, com tendência de decréscimo de jusante para montante, chegando a pouco mais de 400 mm nas cabeceiras do rio Acauã e do próprio rio Seridó. A Zona Homogênea de Caicó, por exemplo, apresenta uma precipitação média anual de 640 mm com alta evapotranspiração (superior a 2.000 mm/ano), havendo, portanto, um déficit hídrico anual médio de 1.500 mm na região em geral.

De acordo com o Quadro 10 abaixo, a precipitação média anual na região da bacia do rio Seridó (RN) é de 589 mm, resultado de estudos realizados pela EMPARN em 1998, sendo as médias das freqüências relativas de ocorrências dos quadrimestres mais chuvosos 32% de janeiro a abril e 52,4% no período de fevereiro a maio, conforme Quadro 11.

Quadro 10 – Precipitação média anual e desvio padrão na bacia do rio Seridó, RN

Município	**Posto pluviométrico**	**Média (mm/ano)**	**Desvio Padrão**
Florânia	Florânia	652,30	301,88
Lagoa Nova	Lagoa Nova	574,96	264,72
São Vicente	São Vicente	562,66	259,32
Caicó	Caicó	673,00	296,30
	Mundo Novo	676,17	313,20
	Itans	628,74	293,53
	Palma	678,44	286,95
São Fernando	São Fernando	730,92	312,54
São João do Sabugi	São João do Sabugi	633,30	306,66
Acari	Gargalheiras	494,25	257,01
Cruzeta	Cruzeta	577,07	243,65
Currais Novos	Totoró	601,85	312,99
	Currais Novos	435,76	233,90
Equador	Equador	390,09	193,44
Jardim do Seridó	Jardim do Seridó	569,73	252,30
Ouro Branco	Ouro Branco	574,19	247,95
Parelhas	Parelhas	563,36	227,51
	Média Geral	**589,22**	

Fonte: MEDEIROS, J. D. F. de. *et al.* (1998)

Quadro 11 – Freqüência relativa de ocorrência dos quadrimestres mais chuvosos (%)

Município	Posto pluviométrico	JAN-ABR	FEV-MAI
Florânia	Florânia	21,2	60,6
Lagoa Nova	Lagoa Nova	10,3	72,4
São Vicente	São Vicente	10,0	76,7
Caicó	Caicó	24,7	58,8
	Mundo Novo	17,3	67,3
	Itans	50,0	29,5
	Palma	56,7	26,7
São Fernando	São Fernando	57,6	30,3
São João do Sabugi	São João do Sabugi	65,9	20,0
Acari	Gargalheiras	17,4	65,2
Cruzeta	Cruzeta	24,3	68,6
Currais Novos	Totoró	15,5	66,7
	Currais Novos	18,8	62,5
Equador	Equador	55,6	23,8
Jardim do Seridó	Jardim do Seridó	61,4	25,3
Ouro Branco	Ouro Branco	16,1	72,6
Parelhas	Parelhas	21,6	63,5
Fonte: MEDEIROS, J. D. F. de. *et al.* (1998)	**Média Geral**	**32,0**	**52,4**

A temperatura média anual varia entre 26 e 28 ºC (com declínio acentuado à noite), a insolação média é de 3.240 horas de luz solar/ano e a umidade relativa do ar situa-se na faixa de 64%.[29] Segundo Guimarães Duque (1964) *apud* RIO GRANDE DO NORTE (2000), o índice de aridez é elevado (3,3).[30]

2.9.5 – GEOLOGIA

Há predominância, na região, de rochas cristalinas pré-cambrianas, relacionadas aos complexos Caicó, São Vicente e Seridó, com intrusões de rochas plutônicas e filonianas. Na ZH de Currais Novos, o complexo cristalino dificulta a formação de aqüíferos subterrâneos, mas favorece a formação de alguns rios, como o Seridó e o Acauã.

2.9.6 – GEOMORFOLOGIA

Na região Nordeste, a geomorfologia divide-se em quatro macro unidades, que são: os Planaltos e Chapadões da Bacia do Parnaíba, Planalto da Borborema, Depressão Sertaneja do São Francisco, Planícies e tabuleiros Litorâneos.

[29] Cf. PDSS (RN, 2000), v. 1, p. 84.
[30] Cf. PDSS (RN, 2000), v. 1, p. 29.

Na bacia em estudo, predomina a Depressão Sertaneja, caracterizada, predominantemente, por formas de relevo tabulares amplas e pouco aprofundadas. Subordinadamente, ocorrem relevos convexos e formas aguçadas.

2.9.7 – PEDOLOGIA

As áreas de baixadas dispersas por toda a região seridoense são estimadas em 60 mil hectares (IDEC, 1987 *apud* RIO GRANDE DO NORTE, 2000). Elas formam dois grupos pedológicos principais – os constituídos pelos aluviais – a montante dos açudes, de textura mais fina, e os aluviais, mais arenosos, ao longo dos rios. Ao longo dos rios e riachos e os situados a jusante dos açudes, dominam os solos Bruno Não-Cálcicos e Litólicos Eutróficos rasos ou muito rasos, ocupando 80% e 90% da área, respectivamente, com afloramentos rochosos, o que dificulta a prática agrícola, pois, no geral, os solos litólicos apresentam-se sem aptidão agrícola.[31]

Na verdade, os solos da região apresentam acentuada deficiência de água, alta pedregosidade na superfície, baixa fertilidade e alta suscetibilidade à erosão, sendo, portanto, difícil encontrar faixas amplas e contínuas de terras cultiváveis. Praticamente, eles (os solos) não são muito cultiváveis, em razão das fortes limitações retro citadas, ligadas à sua pequena profundidade efetiva, que torna a capacidade de retenção muito baixa.

2.9.8 – INDICADORES POTENCIAIS DE AVALIAÇÃO

2.9.8.1 – Dimensão ambiental

A despeito da geração de renda e empregos, há, na região, visíveis impactos ambientais, decorrentes da utilização de argila extraída de áreas aluviais para a produção da cerâmica. Além da perda de solos férteis e bem localizados, utilizados para a agricultura e pecuária, a indústria ceramista ainda contribui para a desertificação, com a queima de recursos florestais escassos e a conseqüente erosão dos solos, cujos sedimentos são carreados para os riachos, rios e açudes da região, que estão sendo fortemente assoreados.[32]

---

[31] Cf. Diagnóstico e plano de monitoramento e controle da qualidade das águas superficiais da região do Seridó-RN, SERHID (RN, 1996).
[32] Cf. PDSS (RN, 2000), v. 1, p. 84.

Estudos realizados pelo governo do RN, no contexto do PERH/RN, registram essa situação, tendo sido, inclusive, calculada a Perda de Capacidade de Armazenamento de Água – PCAA[33] para 09 (nove) dos principais açudes da região. Há informações projetadas para os anos 2000, 2010 e 2020, sendo os açudes mais prejudicados pelo assoreamento[34] o de Cruzeta (PCAA=81% em 2020) e o Dourado, em Currais Novos (PCAA=92% em 2020).

Além da escassez relativa e localizada dos recursos hídricos, inclusive com assoreamento de riachos, rios e açudes e poluição dos cursos d'água mais importantes, resultante do uso inadequado dos recursos naturais, a região sofre desertificação[35], perda de cobertura vegetal (desmatamento) e erosão do solo, que podem deixar de ocorrer ou ter os seus efeitos minimizados mediante o manejo florestal das áreas de caatinga, de acordo com adequados princípios de gestão ambiental. Entretanto, através da SERHID, o governo do RN mantém convênio com o Ministério do Meio Ambiente – MMA, para participação no Programa de Combate à Desertificação.

Outros fatores que devem ser combatidos através de ações governamentais são:

a) o aumento da produção de lixo em áreas urbanas (em decorrência do êxodo rural), daí advindo efeitos deletérios para a saúde das pessoas e ao meio ambiente; e

b) o controle de uso de agrotóxicos e fertilizantes, cuja prática também contribui para a poluição dos reservatórios e mananciais da região.

O monitoramento dos açudes é outro aspecto fundamental a ser considerado, sendo necessário o seu constante acompanhamento, não só do volume armazenado, mas também da qualidade da água, o que não havia até o ano 2004, segundo RIO GRANDE DO NORTE (2004).

Estudos realizados pelo RIO GRANDE DO NORTE (1996) constataram

---

[33] Relação entre "volume de sedimentos retidos" e "volume total de água do açude", cf. PDSS (2000), v. 1, p. 64.
[34] Obstrução, por areia ou por sedimentos quaisquer, de um rio, canal ou estuário, geralmente em conseqüência de redução da correnteza.
[35] Cf. PDSS (RN, 2000), v. 1, p. 86 e 91, o Seridó é considerado um dos quatro núcleos de intensa degradação do Nordeste, chamados Núcleos de Desertificação, que consistem na transformação de uma região em deserto pela ação de fatores climáticos ou humanos.

atividades potencialmente poluidoras dos recursos hídricos na região, conforme a seguir:

1) Boqueirão de Parelhas (no alto rio Seridó)

Às margens do açude, observou-se uma atividade preocupante, devido ao seu potencial efeito de degradação da qualidade da água: o processamento de camarão, realizado em escala comercial por uma colônia de pescadores (Z-26) do açude.

Os problemas advindos dessa atividade são, basicamente, os seguintes: disposição inadequada de casca e cabeça de camarões às margens do açude, que se constitui lançamento de efluentes ricos em sal também às suas margens. Os efeitos sobre a qualidade da água são o enriquecimento salino do manancial, que já é preocupante no açude, juntamente com o aumento da DBO na água, devido ao lançamento de matéria orgânica (casca de camarão).

2) Jardim do Seridó

Município situado a aproximadamente 20 km de Parelhas, às margens do rio Seridó, sendo os solos rasos, as fossas extravasam constantemente, devido às dificuldades da infiltração da água, além de cerca de 30% das residências haviam ligado, clandestinamente, suas fossas à rede geral, comprometendo ainda mais o rio Seridó.

Com relação às atividades industriais, havia, à época, 01 (uma) indústria de margarina e sabão de porte significativo e um matadouro público com expressivo número de abates, sendo os efluentes lançados em lagoa de eficiência duvidosa em função da carga afluente. Os efluentes líquidos e sólidos do matadouro, lançados diariamente no rio Seridó.

3) Região do Médio rio Seridó

3.1) Passagem das Traíras – considerado como reservatório dos despejos das cidades de São José do Seridó, Cruzeta, Acari e Currais Novos, incluindo ainda as cargas poluentes de Jardim do Seridó e Parelhas. Além do rio Seridó, esse açude possui 02 (dois) significativos contribuintes: o rio São José e o rio Acauã, em cujas margens estão localizadas as cidades acima citadas.

3.2) Açude Marechal Dutra – receptor dos esgotos gerados em Currais Novos. Foi observado que esse açude possui águas com coloração bastante esverdeada, levando a supor que seriam efeitos de um processo de eutrofização, ou seja, enriquecimento de suas águas por nutrientes e matérias orgânicas advindas principalmente de Currais Novos.

2.9.8.2 – Dimensão tecnológica

Apesar de apresentar carências no desenvolvimento científico e tecnológico, a região do Seridó tem sabido encontrar, ao longo de sua história, formas de aproveitar suas potencialidades e transformá-las em produtos comerciais de boa aceitação no mercado. Foi assim com o algodão, com os minérios, e está sendo agora com a carne de sol, o queijo e outros derivados do leite, o artesanato, principalmente os bordados e, mais recentemente, a bonelaria e frutas regionais, como a pinha, entre outras.

Toda essa vocação para a diversidade produtiva da região aconteceu sem que houvesse uma política que tratasse de organizar e estruturar a região com instrumentos adequados para fomentar, operacionalizar e maximizar os resultados de sua habilidade natural para produzir. O mercado para pequenos negócios (urbanos e rurais) é favorável, sendo conveniente a sua orientação para a área de mineração e de industrialização de frutas regionais e de outros produtos derivados da pecuária, como carne de sol, queijo, doces, etc.

2.9.8.3 – Dimensão econômica

Historicamente, e até nos dias atuais, a bovinocultura constitui o segmento mais importante da produção animal no Seridó, representando o ramo leiteiro e seus derivados (queijos, nata e manteiga-da-terra) a principal exploração, seguido pela famosa carne-de-sol da região seridoense.

A cultura do algodão arbóreo de fibra longa (mocó) foi, até o final da década de 70, a principal fonte geradora de emprego e renda do Seridó, fazendo com que a agricultura chegasse a participar com até 45% da renda estadual, declinando a produção até o final daquela década. Nos últimos trinta anos, a área cultivada caiu

de 73% para 3%[36]. Todavia, há interesse, tanto dos produtores quanto da própria sociedade, de que o algodão volte a ocupar espaço na economia estadual, pois, segundo o Sindicato da Indústria Têxtil do Rio Grande do Norte, as unidades que operam no Estado se interessam em adquirir a produção local a preço de mercado.

Com o declínio da cotonicultura, a partir dos anos 80, a agricultura resumiu-se à de sequeiro e o produtor teve que intensificar a produção leiteira, para suprir a lacuna deixada pelo algodão, o que se pode constatar com a melhoria do rebanho leiteiro, tornando-se a principal fonte de receita do conjunto de atividades, com a instituição do "Programa do Leite", pelo governo estadual, a partir de 1995.[37]

A despeito da situação diagnosticada, exemplos de alguns produtores assistidos tecnicamente demonstram as potencialidades e práticas adotadas com capacidade de desenvolver a atividade leiteira no Seridó, de forma econômica e sustentável, cuja vocação gera trabalho e renda através dos setores agroindustrial, comercial, de insumos e serviços.

Como exemplos de indústrias de beneficiamento do leite, destacam-se: a) Leite Sertão Caicó – LS Laticínios (em Jardim de Piranhas/RN), que produz bebida láctea, doce de leite, manteiga do sertão, além do leite pasteurizado; b) Leite Caicó (em São José do Seridó/RN), com produção de leite (3.000 litros/dia), bebidas lácteas e iogurte (média de 4.500 l/dia), além de queijos de leite de cabra e coalho comum e 03 (três) linhas especiais à base de orégano, pimenta, calabresa e tomate seco, com participação direta de 130 a 140 produtores. Nas palavras do empresário da última indústria: "o Seridó vai se tornar a maior bacia de leite de cabra do Estado".[38]

Caracterizada como atividade subsidiária e complementar à bovinocultura, a caprino-ovinocultura tem revelado, em alguns casos bem conduzidos, como alternativa econômica e ecologicamente compatível com o ambiente semi-árido da região.

A fruticultura constitui a atividade de maior importância e potencialidade para

---

[36] Decorrente, principalmente, do impacto do bicudo do algodoeiro, da queda dos preços internacionais e das mudanças no código trabalhista, com o aumento da carga tributária (Programa Estadual de Desenvolvimento Sustentável e Convivência com o Semi-árido Potiguar. Relatório de Identificação, SERHID, RN, 2004).
[37] Cf. PDSS (RN, 2000), v. 2, p. 93-95.
[38] Revista *Delivery* Natal: Leite, o ouro branco do RN. Especial do Sindicato das Usinas de Leite Pasteurizado (SINDLEITE), Ano II – Nº 18, OUT/2006 (site: www.deliverynatal.com.br).

os municípios da Zona Homogênea das Serras Centrais, cujos territórios se incluem, principalmente, nos platôs da Serra de Santana, devido ao clima ameno (ou serrano) e altitude em torno de 700 metros, e os latossolos cobrem uma área da ordem de 25.000 ha.[39] A deficiência de água é um dos maiores problemas naquela sub-região, havendo, inclusive, dificuldade para o abastecimento humano e animal, visto que, nos altos terraços serranos, não há condições para a construção de açudes.

Entre as espécies cultivadas, destacam-se, em ordem decrescente de tolerância quanto à escassez de umidade: o cajueiro, a mangueira, a jaqueira, a gravioleira e a pinheira. Por ser a primeira espécie (o cajueiro) mais resistente à falta de chuvas nas estiagens mais prolongadas, a cajucultura ganhou maior importância econômica a partir de meados de 70. Há informações, em função do volume de aquisições de castanha em 1999 e pela produtividade medida dos cajueirais, de que a área cultivada com cajueiros, à época, era estimada entre 12 e 15 mil hectares na região[40].

Diante do quadro exposto, fica evidenciada a necessidade de intervenção, no sentido de intensificar o processo de comercialização das frutas produzidas nos platôs serranos, bem como as possibilidades de aproveitamento agroindustrial nas áreas de produção.

Quanto à agricultura irrigada, as limitações físicas de água e solo são determinantes para o seu pouco desenvolvimento no Seridó, principalmente as restrições impostas pela escassez de recursos hídricos. Faz-se necessária, portanto, a racionalização do cultivo das vazantes e a promoção de melhoria no manejo das áreas irrigadas, objetivando mais eficiência ao processo produtivo.

Mesmo assim, os gráficos das figuras 28 e 28.1 demonstram os percentuais de produção do Estado do RN no ano de 1999, salientando-se o potencial das culturas do melão (27%), castanha de caju (25%) e banana (23%), entre as de exportação. Grande parte desses produtos provém dos municípios seridoenses, principalmente da ZH Serras Centrais.

No primeiro trimestre do corrente ano, os produtos agrícolas impulsionaram as exportações do Estado do RN com crescimento, em relação ao mesmo período

[39] Cf. PDSS (RN, 2000), v. 1, p. 67 e v. 2, p. 104.
[40] Cf. PDSS (RN, 2000), v. 2, p. 104-105.

do ano passado, da ordem de 17%, ficando acima da média nacional, que foi de 15,4%. Entre os produtos mais vendidos ao mercado externo está o melão, representando um crescimento de 37,2% em relação ao mesmo período do ano de 2006. Outro produto do agronegócio é a castanha de caju, que, mesmo com decréscimo de 19,6% em relação ao seu volume de venda do ano 2006, aparece em terceiro lugar do *ranking*. Também apresentando ótimos resultados na comercialização ao exterior, a banana ocupa a quinta posição, com aumento de 19%, comparado ao ano passado.[41]

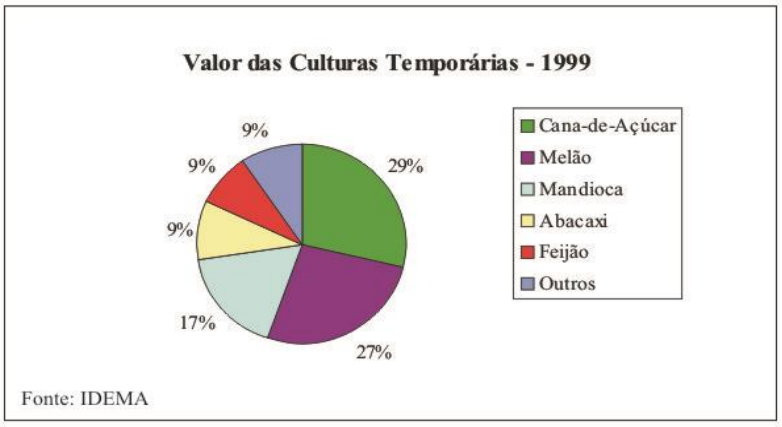


Figura 28 – Percentuais de culturas temporárias (1999)

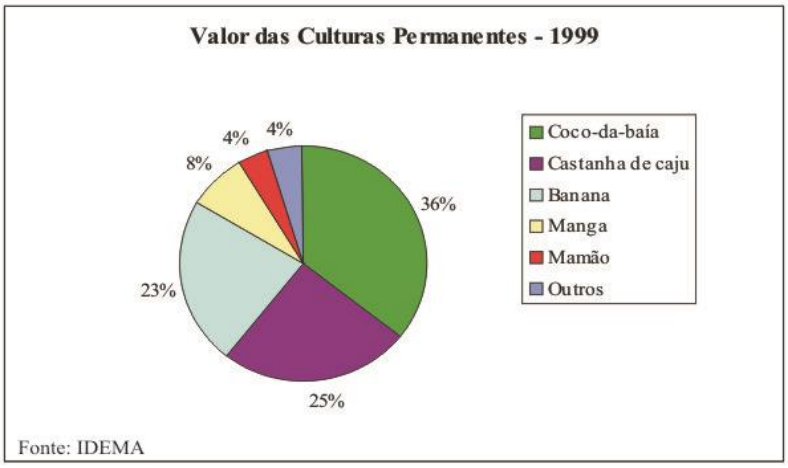


Figura 28.1 – Percentuais de culturas permanentes (1999)

[41] Cf. Foco: a Revista do RN. Ano VII – Nº 86, de 25/05/2007: Natal, RN, p. 36.

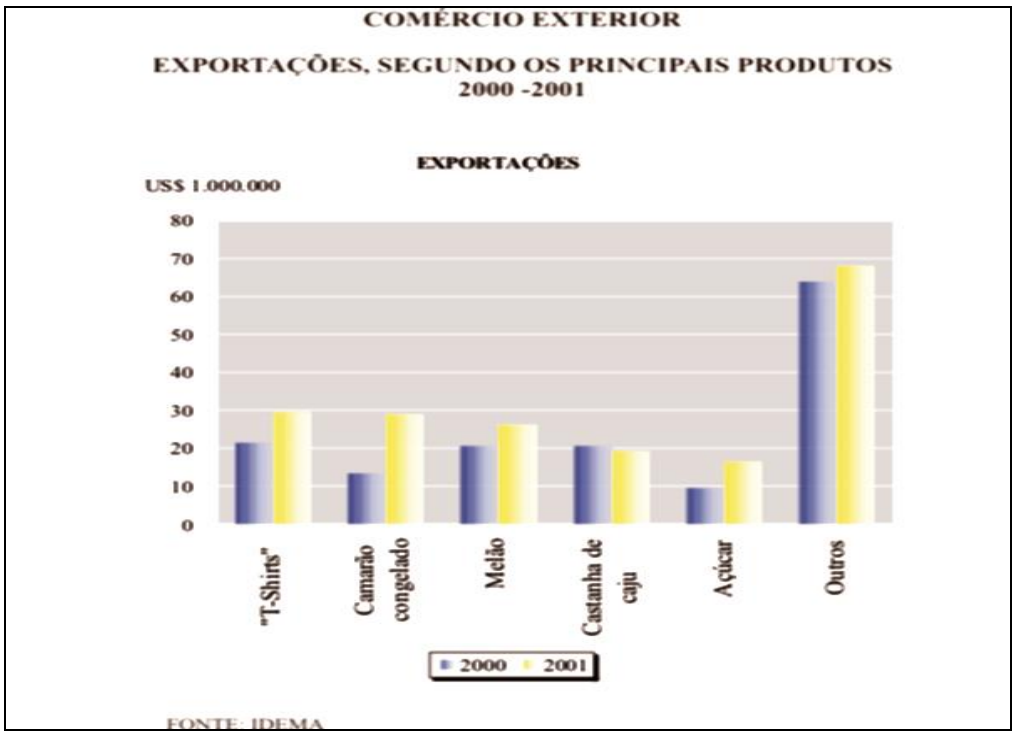


Figura 29 – Exportações dos principais produtos (2000 e 2001)

A Planilha D[42] demonstra a produtividade agrícola da região durante o ano 2000, conforme Anuário estatístico do Rio Grande do Norte (IDEMA, 2002).

A Lei nº 11.097, de 13/01/2005, criada para aumentar a matriz energética brasileira, através da produção do biodiesel, estabelece a obrigatoriedade da adição de um percentual mínimo de biodiesel ao óleo diesel ao consumidor, cujo percentual de 2% (B2) foi obrigatório a partir da publicação da mesma, e de 5% (B5) a partir do ano 2008. As matérias-primas para a produção do óleo vegetal são plantas oleaginosas, como por exemplo: palma e soja (Norte); soja-mamona-algodão (caroço) (Centro Oeste), soja-algodão-girassol (Sul e Sudeste); e babaçu-mamona-palma (Nordeste).

Segundo o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), o semi-árido brasileiro constitui-se um potencial produtor de oleaginosas, principalmente a mamona, contando com uma área de caatinga igual a 71 milhões de hectare (8,35% da área total do Brasil), pertencente a 448 municípios aptos à produção da planta.

Através do Selo Combustível Social, o governo federal instituiu uma política de incentivo à produção de biocombustíveis, incluindo o etanol e o biodiesel,

[42] Ver Apêndice, p. 160.

incentivando as empresas produtoras a adquirirem percentuais mínimos de matéria-prima de agricultores familiares, sendo de 10% nas regiões Norte e Centro-Oeste; de 30% nas regiões Sul e Sudeste; e de 50% no Nordeste e no SAB. Sendo possuidor da tecnologia mais avançada no mundo na produção de biocombustíveis, o Brasil firmou acordo com os Estados Unidos, para a produção conjunta, com a aquisição do etanol brasileiro, extraído a partir do milho.[43]

Portanto, a exemplo do que atualmente está sendo praticado no município de Mossoró/RN[44], as terras agricultáveis do Seridó podem ser aproveitadas para o cultivo de oleaginosas, com vistas à produção de biocombustíveis, de forma sustentável, possibilitando a participação do agronegócio e da agricultura familiar. Segundo o Jornal Correio da Tarde, de 23/09/2006, estudos realizados indicam que, nas terras não irrigadas, o girassol dá 01 (uma) safra por ano, em março (três meses após o plantio), e, nos terrenos irrigados, a produção dobra, passando a 02 (duas) safras anuais. Outras sementes podem ser produzidas, como algodão, peão manso, gergelim, entre outras.

Por ser uma das regiões mais açudadas do mundo – com grande luminosidade gerada por uma insolação média acima de 3.000 h/ano e temperatura elevada – e devido ao seu potencial de acumulação da ordem de 532 hm^3, formando espelhos de água com área em torno de 10.000 hectares a pleno volume, o Seridó pode gerar uma produção extensiva de 2.500 t/ano de pescado, ou seja, 250 kg/ha/ano, indicador do DNOCS. Assim, é importante a busca do desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva do pescado, estimulando o cultivo da piscicultura e viabilizando empreendimentos agroindustriais, para gerar emprego e elevar a renda da população regional.

A exemplo da cotonicultura, a mineração – principalmente através da exploração da scheelita – constituiu atividade importante da base econômica do Estado, declinando também a sua produção entre os anos 1990 e 1997. Visando a reativação do setor, a Secretaria de Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia implementou o Programa de Revitalização do Setor Mineral, a fim de mensurar reservas de scheelita e quantificar as minas de calcários existentes, com possibilidades de aproveitamento desses minérios.

---

[43] Jornal eletrônico "Em questão", de 12/03/2007 e site: www.brasil.gov.br/emquestao.

[44] Plantio de mamona no Assentamento Santo Antonio, há 34 km da zona urbana, cuja compra da produção está garantida pela Petrobrás, cf. Jornal Correio da Tarde, Natal e Mossoró, de 23/09/2006, p.15.

Há informações de que as reservas de scheelita disponíveis no Seridó podem ser exploradas por mais um período de pelo menos 20 anos. Há também outras opções da mineração, tanto em nível de exploração como de comercialização, como: águas-marinhas, turmalinas, euclásios, ametistas, quartzo-róseo, amazonitas, granadas e heliodoros, cuja produção pode ser maximizada.

Segundo dados do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, o tungstênio teve seu preço triplicado em menos de três anos, atingindo uma lucratividade de 34%. Além disso, as exportações do minério em muito contribuíram para a redução do risco Brasil. Atualmente, 35% do saldo positivo da balança comercial brasileira provêm do setor mineral, cuja contribuição do Estado do RN é de 22% na produção do tungstênio.[45]

A atividade cerâmica é muito importante para a região seridoense, pois a produção de telhas e tijolos de 8 furos é largamente predominante no segmento, cuja capacidade instalada para gerar uma produção anual é de cerca de 555 milhões dos dois produtos, segundo pesquisa efetuada pelo Sebrae-RN. Sendo as principais matérias-primas utilizadas a argila e a lenha, o problema mais relevante para a sustentabilidade da atividade é o seu impacto ambiental, gerado pela degradação do solo, em decorrência do uso da argila, reduzindo, por conseguinte, a sua reserva. Faz-se necessário, portanto, a implementação de ações, com vistas à redução desses impactos ambientais, alterando os padrões tecnológicos do setor cerâmico.

A economia do Seridó, de um modo geral, encontra-se em processo de reestruturação, tendo importante papel os pequenos negócios urbanos. Dentre as atividades urbanas, destacam-se as industriais e comerciais de pequeno porte, principalmente as ligadas à cerâmica, ao artesanato, às confecções, às panificadoras e aos diferentes serviços em geral, concentrando aproximadamente 10% do total das empresas registradas no Estado.

Além do artesanato – que contribui com 1,5% do PIB estadual – o setor de bonelarias (indústria de bonés) tem-se destacado em vários municípios, verificando-se o aumento da sua produção nos períodos pré-eleitorais, com a venda a empresas de grande porte. Há estudo, do governo estadual, de incentivo fiscal à produção de

[45] Cf. Jornal de Hoje, Ano II – Nº 460, de 29/11/2006, p. 14.

bonés à cidade de Caicó, a exemplo do que já ocorre atualmente em Jardim de Piranhas. Outros produtos (cerâmicos, bordados, madeira, palha de carnaúba e sisal) geram, aproximadamente, R$ 6 milhões/ano na sua comercialização, embora o artesanato não apareça na balança comercial.

Quanto à eletrificação, em todos os municípios da região objeto desse estudo, há consumo de energia elétrica, para uso residencial, comercial, industrial, rural e iluminação pública.

2.9.8.4 – Dimensão sócio-cultural

Das demandas específicas sentidas pelas comunidades seridoenses, merecem destaque os seguintes programas: convivência com a seca e atendimento às populações afetadas pelas irregularidades climáticas; cultura, lazer e turismo; melhoria da saúde; melhoria da qualidade na educação; erradicação do analfabetismo; qualificação para o trabalho; melhoria habitacional; e erradicação do trabalho infantil.

2.9.8.5 – Dimensão político-institucional

Até alguns anos, o quadro institucional da região do Seridó apresentava desempenho pouco satisfatório, em razão, principalmente, da desarticulação entre as diversas instâncias de governo e gestão. Tais desajustes deviam-se, em grande parte, à estrutura e à forma de atuar das instituições públicas, excessivamente centralizadas e hierarquizadas, principalmente nos níveis federal e estadual, resultando a prestação de serviços públicos de má qualidade e desperdícios de toda ordem, que culminavam com o comprometimento da execução das ações governamentais.

No entanto, é notável que esse quadro vem-se revertendo nas últimas gestões de governo, graças à elevação do nível de consciência cidadã e de exigência das pessoas, de um modo geral.

2.9.8.6 – Aptidão agrícola (terras agricultáveis)

A aptidão agrícola das terras do Seridó é variada, sendo pouco representativa a sua utilização com lavouras de grande produtividade. Duas das classes de aptidão, que juntas abrangem 78,72% de todas as áreas do Seridó, possuem relevo

suave ondulado a montanhoso, com fortes limitações de mecanização, susceptibilidade a erosão e deficiência hídrica, sendo suas terras utilizáveis com culturas especiais, como o abacaxi, a abóbora, o mamão, a melancia e a uva, por serem tais culturas dotadas de sistema radicular superficial.[46]

Em geral, nos municípios onde predominam os solos Bruno não cálcicos, as terras são aptas para culturas especiais de ciclo longo (algodão arbóreo, sisal, caju e coco). As demais terras (regulares) servem para pastagem natural, à exceção dos municípios de Equador e Parelhas, cuja quase a totalidade das terras não apresenta aptidão para uso agrícola, sendo indicadas para preservação da flora e fauna, além de pastagem natural, e Currais Novos (pastagem natural)[47].

[46] Cf. PDSS (RN, 2000), v. 1, p. 67.
[47] IDEMA (Anuário Estatístico, 2006).

3 – METODOLOGIA

3.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Considerando o objetivo geral e os específicos, o presente trabalho tem como base a legislação pertinente, aplicável aos recursos naturais em estudo, para assegurar às gerações atual e futura a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, utilizando, para isso, os recursos hídricos superficiais disponíveis na região em estudo, de forma racional e integrada, com vistas ao desenvolvimento sustentável da região do Seridó norte-riograndense.

Sendo assim, os resultados desse trabalho, que porventura venham a ser utilizados como subsídios necessários à futura implementação do Plano de Recursos Hídricos do Seridó – PRHS, estão em consonância com a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433, de 08/01/97), com a Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei nº 6.908, de 01/07/96) e com base no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte – PERH/RN, e que, em sendo aquele Plano (PRHS) bem aceito pela comunidade regional, venha, enfim, a ser implementado.

Para fins desse trabalho, foram desconsideradas as políticas públicas que vêm sendo implementadas atualmente pelo Governo do Estado do RN no Seridó, considerando-se, no entanto, a infra-estrutura existente na região em estudo.

A pesquisa foi efetuada, portanto, de forma externa a todo o processo de condução da política desenvolvida e em desenvolvimento na bacia, tendo sido a coleta e a sistematização de informações efetuadas junto aos órgãos públicos responsáveis pela gestão e operação dos recursos hídricos do Estado do RN.

A metodologia utilizada foi baseada, principalmente, na técnica do balanço hídrico anual da bacia, para fins de abastecimento humano, considerando as disponibilidades e as demandas hídricas individuais (por açude e por sub-bacia) atuais (ano 2000) e futuras, com uma população projetada para o horizonte de 2020, conforme Anexo A, à vazão regularizada de 100% de garantia, de acordo com o Anexo B.

Para tanto, foram utilizados o *software "Arq view GIS 3.2"* e, em ambiente *Windows,* as planilhas eletrônicas da *Microsoft Excel* como ferramentas auxiliares na obtenção de mapas e dos cálculos e resultados, respectivamente, constituindo-se, assim, das seguintes etapas inseridas nos objetivos específicos:

1) gestão dos recursos hídricos da região Seridó, RN;
2) situação atual do saneamento na região em estudo;
3) conflitos no uso múltiplo da água;
4) indicadores potenciais de avaliação;
5) balanço hídrico da bacia hidrográfica;
6) balanço hídrico dos açudes;
7) índices de sustentabilidade hídrica;
8) diagnóstico dos recursos hídricos da bacia hidrográfica;
9) análise dos resultados;
10) proposta de plano.

Com base na identificação das regiões críticas, o diagnóstico e a análise da situação visaram à definição da forma de manejo e alocação de água, confrontando a infra-estrutura implantada com as demandas atual e futura – conforme já mencionado – para fins de abastecimento humano, desconsiderando, portanto, os conflitos potenciais existentes quanto aos usos múltiplos da água na região.

3.2 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Através de pesquisas junto aos órgãos responsáveis pela gestão e operação dos recursos hídricos no Estado do RN, bem como aos Institutos de pesquisa sócio-econômica nacional e estadual, foram levantados os dados físicos e demográficos da bacia do rio Seridó, RN, com base na população do ano 2000 (Tabela 1, p. 83) e na bibliografia pesquisada, tendo sido eles resumidos em Quadros. Em seguida, foram elaboradas tabelas e planilhas auxiliares, a fim de subsidiar os cálculos do balanço hídrico da bacia hidrográfica em estudo, considerando as suas disponibilidades e demandas existentes no presente e as previstas para o futuro.

Assim, com o conhecimento dos resultados, foram estes discutidos e, por fim, foi proposto solução para a escassez relativa de recursos hídricos localizada.

3.2.1 – GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO SERIDÓ, RN

De acordo com a literatura pesquisada, foi efetuada uma contextualização da gestão dos recursos hídricos disponíveis na região da bacia em estudo em relação ao Estado do RN, analisados e discutidos os resultados.

3.2.2 – SITUAÇÃO ATUAL DO SANEAMENTO NA REGIÃO EM ESTUDO

Tendo em vista o diagnóstico da ANA, em que 80% da população brasileira contam com rede de distribuição de água, e menos de 20% do esgoto urbano recebem algum tipo de tratamento, foi efetuado levantamento de dados junto à Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN na quantificação da população atendida atualmente com os serviços de abastecimento de água e coleta de esgoto.

Com os dados obtidos junto à CAERN, foi elaborada a Tabela 2 (p. 111), relacionando os municípios da região em estudo atendidos, bem como os subsistemas e a população urbana que dispõe dos referidos serviços.

3.2.3 – CONFLITOS NO USO MÚLTIPLO DA ÁGUA

Quanto ao uso múltiplo da água, não foram encontrados, na literatura pesquisada, registros de conflitos especificamente na bacia em estudo. No entanto, foram colhidas informações verbais de técnicos da SERHID.

3.2.4 – INDICADORES POTENCIAIS DE AVALIAÇÃO

Nesse subitem, foram avaliados, com base na literatura estudada, os seguintes indicadores principais:

a) dimensão ambiental;

b) dimensão econômica;

c) dimensão sócio-cultural.

O sítio do IBGE foi também consultado quanto aos indicadores sociais e econômicos.

3.2.5 – BALANÇO HÍDRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA

Tomando como base os dados das precipitações médias anuais constantes do Quadro 10 (p. 89) e a vazão média anual afluente na bacia hidrográfica em estudo (ver Quadro 12, p. 119), foi elaborada a Tabela 6 (p. 119), que resultou no cálculo do coeficiente de deflúvio (razão entre a vazão e a precipitação) em cada açude estudado, bem como a média da bacia.

O balanço hídrico por açude foi efetuado com base nas disponibilidades efetivas e as demandas atuais e futuras da bacia hidrográfica do rio Seridó, considerando-se a identificação de indicadores sócio-econômicos efetivos e potenciais da região.

3.2.6 – BALANÇO HÍDRICO DOS AÇUDES (DISPONIBILIDADE – DEMANDA)

Inicialmente, foi determinada a demanda hídrica por município, através da Tabela 1 (população residente no ano 2000), considerando um consumo de água *per capita* de 180 l/dia para a população urbana e 50 l/dia para a rural, conforme a Tabela 7 (p.120).

Em seguida, observadas as proximidades dos municípios, foram estes segregados em função da proximidade dos principais açudes e das sub-bacias, e calculadas as respectivas demandas hídricas para o ano 2000, conforme as Tabelas 8 e 9 (p. 121).

Com base no Relatório HE-1358-R09-0298, do PERH/RN[48] e na Tabela 10 (p. 122), foi efetuado o mesmo procedimento para o ano 2020, considerando o mesmo consumo *per capita* para a população projetada para aquele horizonte (ver Tabelas 11 e 12, p. 123).

Com os dados necessários e disponíveis, foram determinadas as potencialidades e disponibilidades hídricas dos açudes com capacidade nominal de armazenamento superior a 10 milhões de metros cúbicos, à exceção do açude de Zangarelhas (Jardim do Seridó), cuja capacidade é de 7.916.000 m^3. Na prática, então, pode-se afirmar que foram considerados apenas os açudes mais importantes da região, cuja capacidade de armazenamento é superior a 5 milhões de m^3.

[48] Cf. Anexo A, p. 165.

Em seguida, procedeu-se ao cálculo do balanço hídrico por açude, confrontando as disponibilidades com as demandas anuais (atuais e futuras). Para isso, foram consideradas as vazões regularizadas com garantia de 100% como sendo as disponibilidades, conforme dados do PERH/RN[49] (Relatórios HE-1358-R03-0397 e HE-1358-R20-0998-R1), e a demanda hídrica, na forma anteriormente apresentada, para atendimento ao abastecimento humano. Quanto à potencialidade, foi tomada igual à vazão média anual de cada açude, conforme Quadro 12 (p. 119).

Por fim, foram determinadas as diferenças entre a disponibilidade anual e a demanda (consumo) em metros cúbicos por ano (ver Tabelas 13 e 13.1, p. 124), para os anos 2000 e 2020, respectivamente, obtendo-se, assim, excesso e escassez, por reservatório.

3.2.7 – ÍNDICES DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA

Com base nos resultados constantes da Tabela 13, foram verificadas as relações hídricas entre demanda, disponibilidade e potencialidade, encontrando-se, por conseguinte, os denominados indicadores de sustentabilidade hídrica[50] por açude e por sub-bacia, para o ano de 2000, conforme as Tabelas 14 e 14.1 (p. 125), respectivamente.

O mesmo procedimento foi efetuado para o horizonte 2020, a partir da Tabela 13.1, resultando nos valores constantes das Tabelas 15 e 15.1 (p. 126).

Foram também calculados os percentuais de acréscimo dos Índices de Utilização da Potencialidade (IUP) e de Utilização da Disponibilidade (IUD) entre os anos 2000 e 2020, ou seja, as diferenças entre os mesmos índices, para que fossem verificadas as suas variações no período considerado (Tabelas 16 e 16.1, p. 127).

3.2.8 – DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA

O diagnóstico e a análise crítica da situação atual quantitativa dos recursos hídricos da região da bacia hidrográfica estudada foram baseados no Plano de Desenvolvimento Sustentável do Seridó – PDSS, no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte – PERH/RN e nos demais dados coletados, com o auxílio dos gráficos históricos dos principais açudes da bacia, apresentando a

[49] Cf. Anexo B, p. 165.
[50] Ver subitem 2.2.3 – Indicadores de sustentabilidade hídrica, p. 35.

evolução mensal dos seus volumes, através de consulta recente à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN, através do seu *site*: www.emparn.rn.gov.br.

Também foram colhidas, junto à SERHID e ao Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte – IGARN, informações da situação de alguns açudes ora estudados quanto ao estado trófico de suas águas. Com relação à qualidade das águas, de acordo com as informações daqueles órgãos, foram elaborados tabelas e gráficos, em que é expresso, resumidamente, o Índice de Qualidade das Águas (IQA) por reservatório.

3.2.9 – ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesse subitem, foram analisados, principalmente, os resultados do balanço hídrico da bacia (escassez hídrica e demais índices) e identificadas as alternativas técnicas, com vistas à otimização dos recursos hídricos disponíveis na bacia em estudo, de modo sustentável.

3.2.10 – PROPOSTA DE PLANO

Por fim, foi proposto um Plano para a região, denominado Plano de Recursos Hídricos do Seridó – PRHS, que consiste no estudo de um conjunto de projetos, programas e ações, definindo prioridades na sua implementação no futuro, fundamentado em princípios que norteiam as políticas públicas e o desenvolvimento sustentável.

Para isso, com base na análise dos resultados, foram efetuados alguns cálculos hidráulicos necessários, tais como: determinação das vazões, pré-dimensionamento dos diâmetros das adutoras, das estações elevatórias e centrais hidrelétricas, tendo sido utilizadas as seguintes fórmulas:

a) Velocidade – pela equação da continuidade (Q = S.v) e sendo S = π.D^2/4 (área da seção), tem-se que: $\boxed{v = \frac{4Q}{\pi D^2}}$ *(Eq. 4);* onde: v = velocidade da água [m/s]; Q = vazão [m^3/s]; π = 3,1415926 (constante); D = diâmetro da tubulação [m].

b) Perda de carga – através da equação de Hazen-Williams:

$\boxed{v = 0{,}355.C.D^{0{,}63}J^{0{,}54}}$ *(Eq. 5);*

Sendo: $J = h_f/L$ (J = perda de carga unitária [m/m]; h_f = perda de carga total [m]; L = comprimento da adutora [m]);

Adotado $C = 140$ (coeficiente em função do material e do tempo de uso).

c) Altura manométrica: desnível geométrico + perda de carga

$(H_m = H_g + h_f)$ *(Eq. 6);*

d) Potência consumida (estação elevatória): $\boxed{P = \frac{9{,}806.Q_b.H_m}{n(\%)}}$ *(Eq. 7);* onde: P=potência [kw]; n = rendimento do conjunto moto-bomba (considerado 70%); Q_b = vazão de bombeamento da água [m^3/s] e H_m = altura manométrica [m].

Para as centrais hidrelétricas, foram calculadas as potências geradas, pela fórmula: $\boxed{P = 9{,}806.Q_e.H_m.n(\%)}$ *(Eq. 8)*, sendo: P = potência [Kw]; Q_e = vazão efluente da água [m^3/s]; H_m = carga manométrica [m] e n = rendimento (considerado 80%).

As vazões regularizadas do Sistema adutor Seridó foram calculadas considerando-se um período de 8 (oito) meses e uma taxa de regularização anual de 70% sobre o volume a ser armazenado na barragem de Oiticica (370.000.000 m^3).

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 – GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO SERIDÓ, RN

A gestão das águas distribuídas pelas adutoras no Estado do RN está a cargo da SERHID, restando à CAERN a responsabilidade pela operação dos sistemas e pela realização da manutenção. Em algumas comunidades e povoados, a gestão da água distribuída por meio de chafarizes é realizada por pessoas da comunidade, com o apoio da SERHID. As demais comunidades rurais atualmente atendidas pela referida Secretaria estadual são abastecidas através de dessalinizadores, na forma do Programa Água de Beber.

No passado, a construção de açudes (grandes e médios reservatórios) foi uma medida importante e decisiva para reduzir a vulnerabilidade das áreas submetidas à escassez e irregularidade das precipitações pluviométricas, além da captação de água em cisternas e por meio de perfuração de poços.

Considerando que ainda permanecem as baixas precipitações pluviométricas em relação à grande evaporação no Seridó, havendo, portanto, um *déficit* hídrico, não se justifica a construção de mais açudes, pois o número atual destes na região é satisfatório; além do projeto sugerido ao final desse trabalho, algumas ações e programas são necessários, para o aproveitamento e a manutenção da infra-estrutura hídrica existente, como, por exemplo: desassoreamento dos açudes, despoluição dos rios, coleta e tratamento de esgotos sanitários e programa de educação ambiental da população, principalmente quanto ao uso racional da água a ela disponível, cujo desenvolvimento, se efetuado em base participativa, poderá constituir um importante instrumento de monitorização do processo de gestão integrada dos recursos hídricos da região.

Atualmente, o principal Programa em execução pela SERHID é o de adutoras, com vistas a desconcentrar a água do Estado do RN, levando-a às comunidades dos municípios mais carentes desse recurso natural, em atendimento ao Programa PROÁGUA SEMI-ÁRIDO.

No entanto, tais programas não são auto-sustentados, pelo que se faz necessário crítica e sugestão de ações, programas e projetos auto-sustentáveis a serem implantados na região. Um exemplo de projeto (inviável) em estudo pela

SERHID é o “Eixo de Integração do Seridó”, que tem por objetivo movimentar as águas, transpondo-a do rio Piranhas-Açu para a bacia do rio Seridó, visivelmente sem sustentabilidade.

4.2 – SITUAÇÃO ATUAL DO SANEAMENTO NA REGIÃO EM ESTUDO

Atualmente, parte da população urbana dos municípios da região do Seridó vem sendo atendida pela CAERN, através de subsistemas, conforme mostra a Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Serviços básicos de saneamento

SISTEMA	SUBSISTEMA	ÁGUA			ESGOTO		
		POPULAÇÃO		(%)	POPULAÇÃO		(%)
		URBANA	ATENDIDA	ATENDIDA	URBANA	ATENDIDA	ATENDIDA
Caicó	Itans/Piranhas	58.773	58.773	100,00	58.773	4.106	6,99
Cruzeta	Açude Cruzeta	6.635	6.635	100,00	-	-	-
Ipueira	Martelo	1.938	1.938	100,00	-	-	-
São Fernando	Açude Público	1.417	1.417	100,00	-	-	-
São João do Sabugi	Santo Antonio	4.396	4.396	100,00	-	-	-
São José do Seridó	Bonito	3.297	3.297	100,00	-	-	-
Parelhas	Boqueirão	17.151	16.432	95,81	17.151	15.685	91,45
Equador	Mamão	5.042	4.505	89,35	-	-	-
Jardim do Seridó	Bar. Passagem das Traíras	9.936	9.936	100,00	-	-	-
Ouro Branco	Santa Helena	3.452	3.452	100,00	-	-	-
Santana do Seridó	São Bento	1.694	1.568	92,56	1.694	1.632	96,34
C. Novos	Mal. Dutra	36.732	35.996	98,00	36.732	31.517	85,80
Acari	Mal. Dutra	9.618	9.618	100,00	9.618	9.245	96,12
Lagoa Nova	Pinga II	6.591	5.808	88,12	6.591	4.614	70,00
Florânia	Sist. S. Santana	6.898	6.898	100,00	6.898	5.847	84,76
São Vicente	Torrão	3.166	3.166	100,00	-	-	-
C. Dantas	Monte	5.701	4.844	84,97	-	-	-
T O T A L		**182.437**	**178.679**	**97,94**	**137.457**	**72.646**	**52,85**

Fonte dos dados: Relatório mensal de dados operacionais – CAERN (FEV/2006)

Observa-se que os serviços básicos de saneamento nos municípios pelos quais a CAERN é responsável cobrem em torno de 98% e 53%, respectivamente, o abastecimento de água e a coleta de esgoto, percentuais superiores aos médios de todo o Estado RN (89,3% e 28,5%), NE (82,7% e 30,3%) e BR (87,9% e 41,6%).[51]

[51] Cf. Planilha C (Apêndice), p. 159.

Há previsão de, durante o ano de 2007, o Governo do Estado do RN investir R$ 100 milhões em um programa que visa ampliar para 40% a área do Estado com tratamento de esgoto, visto que, em 2003, apenas 17% dos rejeitos recebiam tratamento.[52] A meta é duplicar a área saneada do Estado, que hoje é de menos de 25%.

4.3 – CONFLITOS NO USO MÚLTIPLO DA ÁGUA

A exemplo da bacia do rio Piranhas-Açu, além da piscicultura, os principais conflitos existentes na bacia do rio Seridó são entre os usuários de água para abastecimento humano e os muitos pequenos irrigantes, que constroem pequenas barragens na margem do rio, reduzindo, por conseguinte, a quantidade de água disponível a jusante, sendo verificado este último tipo de conflito mais intensamente no açude de Boqueirão de Parelhas.[53]

De fato, no geral, constata-se que a causa principal de tais conflitos entre os usuários de açudes com uso múltiplo reside na falta de planejamento na gestão de recursos hídricos, como se pode deduzir da afirmação de MELO (2002)[54].

4.4 – INDICADORES POTENCIAIS DE AVALIAÇÃO

4.4.1 – DIMENSÃO AMBIENTAL

A situação atual da região, relativamente ao meio ambiente, é de alerta, requerendo medidas mitigadoras e corretoras, em vista do processo de desertificação e assoreamento[55] dos recursos hídricos, gerado pela queima dos parcos recursos florestais e pela erosão dos solos pela indústria de cerâmica. Os sedimentos são carreados para os recursos hídricos da região, assoreando-os. Como exemplo, destacam-se os açudes Cruzeta e Dourado como os mais comprometidos, tendo o de Cruzeta cerca de 63% de seu volume total de água armazenável tomado por sedimentos, e o Dourado, com PCAA[56] igual a 44%.

Com relação à infra-estrutura hídrica, não há necessidade imediata de que

---

[52] Revista Exame. Anuário. Infra-estrutura, 2006-2007: Editora Abril. Nov, 2006.
[53] Cf. informação verbal de um dos técnicos da SERHID (Engª Gorete).
[54] Ver subitem 2.3.3 – Irrigação, p. 51.
[55] Ver nota de rodapé, p. 92.
[56] PCAA – Perda de Capacidade de Armazenamento de Água, cf. PDSS (RN, 2000), v. 1, p. 64 (ver nota de rodapé, p. 92).

sejam construídos novos açudes públicos, pois, mesmo com a conclusão da obra de transposição do rio São Francisco, a capacidade de reservatórios para a captação de suas águas é suficiente com a conclusão das barragens Santa Cruz, em Apodi, e Umari, em Upanema, fora da bacia do rio Seridó.

No tocante à qualidade da água, apesar do constante no subitem 2.9.8.1 (Dimensão ambiental), graças à atuação do IGARN e da SERHID com o monitoramento dos açudes a partir de 2005, a situação vem se revertendo, com uma sensível melhora da qualidade das águas, medida através do IQA.

Conforme os gráficos abaixo (Figuras 30 e 31) – elaborados em ordem crescente do referido índice – a média geral dos açudes foi 74 (em 2005) e 80 (em 2006), sendo os açudes com melhor indicador Zangarelhas e Itans (2005) e Carnaúba (2006). Ao contrário, o açude Caldeirão de Parelhas apresentou IQA inferior no ano 2006 em relação ao de 2005, enquanto o Boqueirão de Parelhas manteve-se com IQA = 77. Os açudes Dourado e Sabugi não foram monitorados no ano 2006.

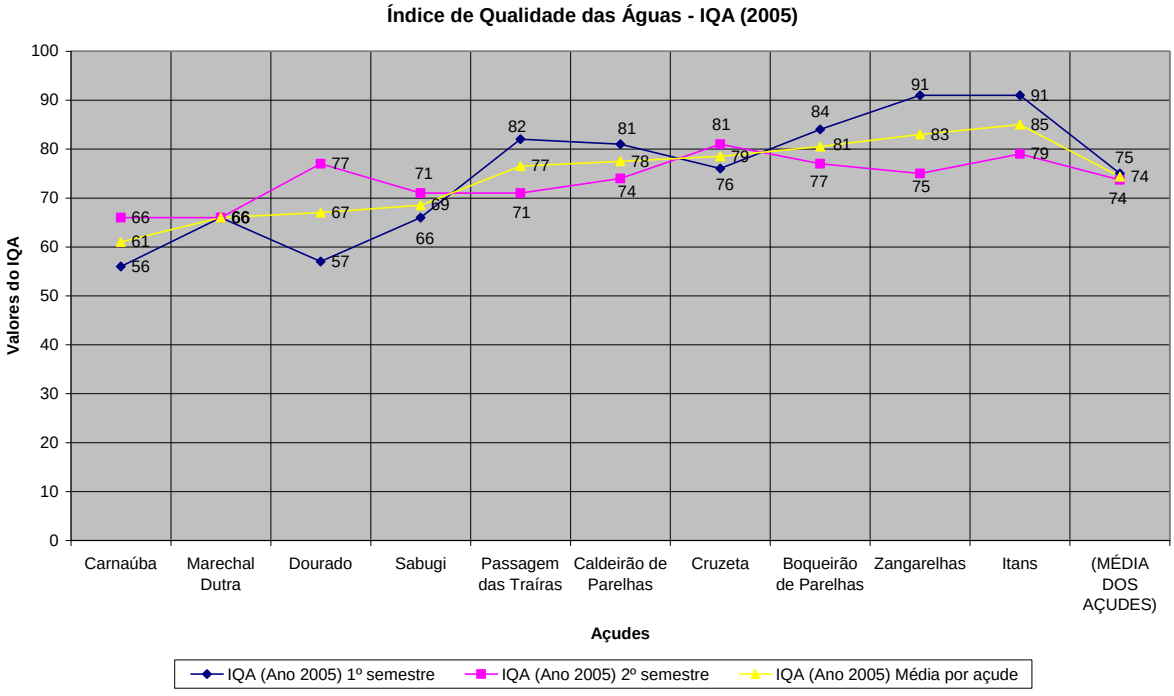


Figura 30 – Índice de Qualidade das Águas – IQA (2005)[57]

[57] Cf. Planilha E (Apêndice), p. 161.

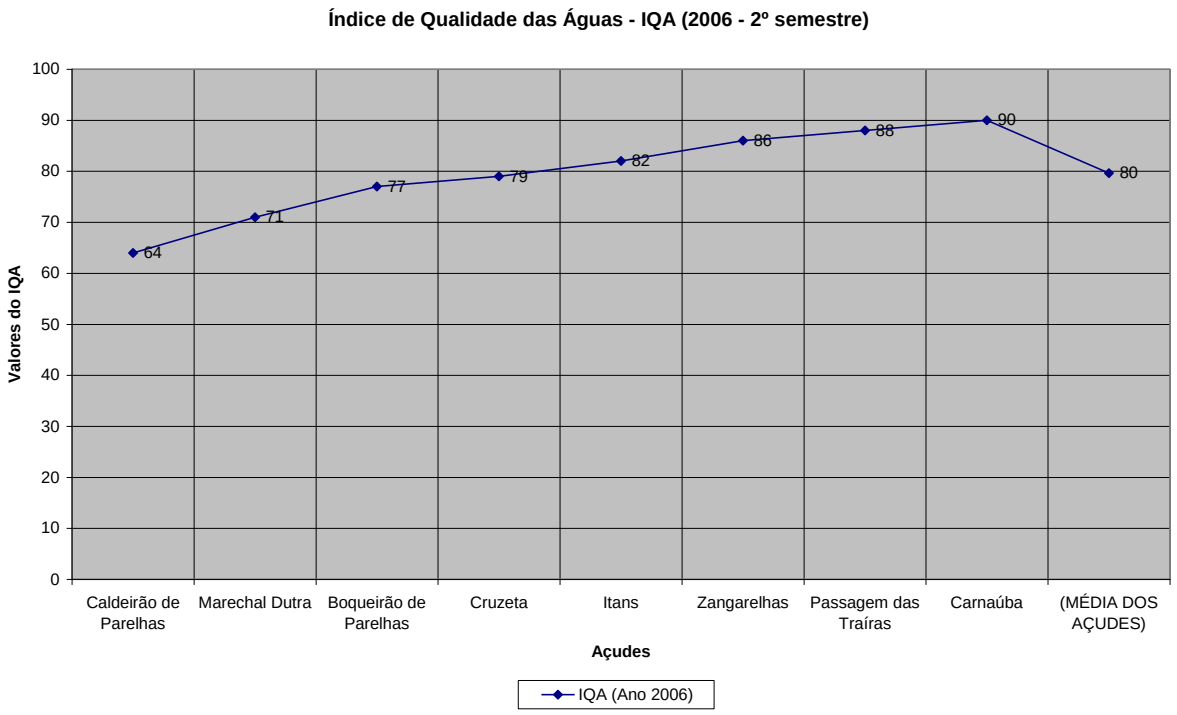


Figura 31 – Índice de Qualidade das Águas – IQA (2006)[58]

4.4.2 – DIMENSÃO ECONÔMICA

O padrão de desenvolvimento econômico atualmente observado no RN apresenta alguns traços de insustentabilidade, em vista dos problemas de natureza econômica, social e cultural produzidos, salientando-se a grande exclusão social. Nesse contexto, inclui-se a região Seridó, a qual foi caracterizada, nos anos 50 e 60, como a principal área de produção algodoeira, além de considerada centro de grande importância na produção mineral e principal bacia leiteira do estado.

Dadas as carências nela observadas, faz-se necessário tomar providências no sentido de reverter a situação desfavorável ali existente, a fim de que não se agrave pelo impacto que oferece às populações rurais e urbanas que vivem sem ocupação e renda, bem como pela degradação ambiental, fruto das práticas inadequadas de exploração dos recursos naturais, destacando-se, dentre elas, os elevados índices de desmatamento, que sinalizam, em algumas áreas, para situações de completa desutilização do suporte físico.

A bovinocultura de leite ainda é a sua principal fonte de sustentação econômica, seguida do caprino-ovinocultura e fruticultura (principalmente a produção

[58] Cf. Planilha F (Apêndice), p. 161.

de caju, pinha, graviola e jaca) no tocante à base agrícola. A agricultura irrigada e em regime de sequeiro ainda é praticada em algumas propriedades rurais como base familiar.

Dessa forma, o Setor de laticínios vem sendo impulsionado pelo Programa Estadual de Distribuição de Leite (de vaca e de cabra) às famílias carentes.

Em 2004, o PIB Bruto do RN foi de R$ 15.906,12 milhões, correspondente a 6,4% do PIB do NE, ocupando o 5º lugar, comparado aos demais Estados nordestinos conforme o gráfico da Figura 32. No mesmo ano, o PIB *per capita* do RN foi de R$ 5.370,00, também superior ao do Nordeste, que teve R$ 4.927,00 (108,99% do PIB do NE), ficando em 4º lugar no NE, sendo superado apenas pelos Estados de Sergipe, Bahia e Pernambuco.[59]

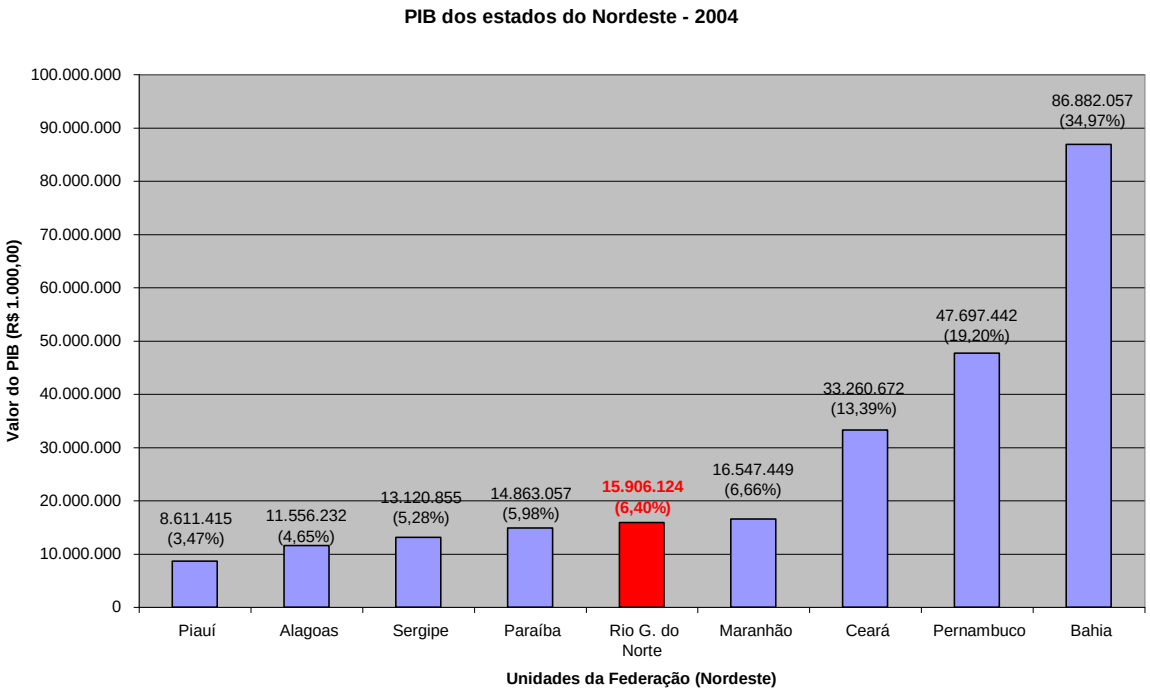


Figura 32 – PIB Bruto dos Estados do Nordeste (2004)

Em nível local, o PIB *per capita* médio da região do Seridó (2004) foi de R$ 2.861,00, correspondente a 53,27% do PIB *per capita* do RN, 58,06% em relação ao NE, e 29,40% em nível nacional, conforme a Figura 33, que apresenta o gráfico do PIB dos municípios da região do Seridó, no RN, naquele ano.[60]

[59] Cf. Planilhas A e B (Apêndice), p. 157 e 158.
[60] Cf. Planilha B (Apêndice), p. 158.

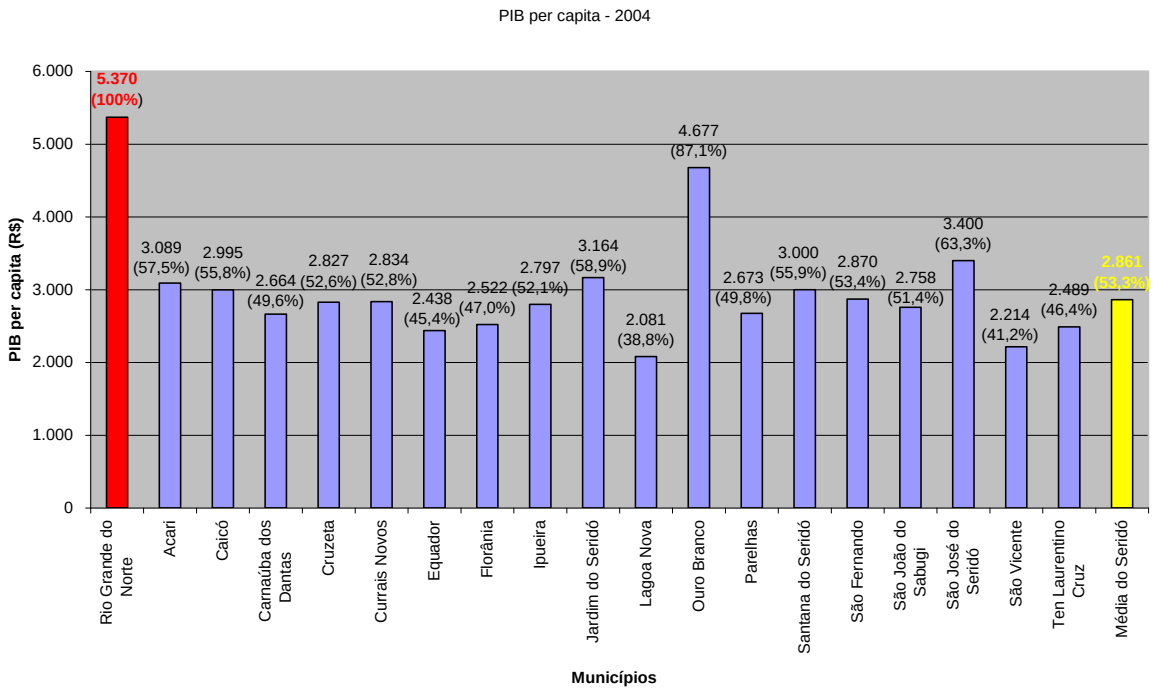


Figura 33 – PIB *per capita* dos Municípios do Seridó (2004)

Os valores constantes da Tabela 3 indicam que, apesar de todos os municípios da região serem servidos por rede elétrica, o consumo de energia elétrica é de 138.936 mwh, correspondente a apenas 4,44% do consumo estadual, considerando-se os usos residencial, industrial, comercial, rural, poder público e iluminação pública.

Tabela 3 – Consumo de energia elétrica no Seridó (2005)

MUNICÍPIOS	CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA (mwh)								
	Residencial	Industrial	Comercial	Rural	Poder público	Iluminação pública	Outros	Total (mwh)	Total (%) RN
Acari	2.691	654	831	836	401	617	2.059	8.089	0,26
Caicó	21.606	4.045	9.910	4.230	3.352	2.074	1.392	46.609	1,49
Carnaúba dos Dantas	1.805	1.938	287	547	152	331	97	5.157	0,16
Cruzeta	1.824	1.548	546	1.130	181	263	133	5.625	0,18
Currais Novos	11.002	2.075	4.930	2.326	1.959	1.524	859	24.675	0,79
Equador	926	192	188	187	127	181	189	1.990	0,06
Florânia	1.626	17	284	815	150	384	597	3.873	0,12
Ipueira	481	2	42	110	70	91	39	835	0,03
Jardim do Seridó	3.197	3.741	789	943	323	607	459	10.059	0,32
Lagoa Nova	1.668	13	189	1.058	189	256	63	3.436	0,11
Ouro Branco	977	74	198	374	102	151	345	2.221	0,07
Parelhas	4.693	5.068	1.131	1.045	502	682	559	13.680	0,44
Santana do Seridó	448	550	48	223	94	149	27	1.539	0,05
São Fernando	678	289	73	754	94	244	40	2.172	0,07
São João do Sabugi	1.443	45	210	418	142	270	189	2.717	0,09
São José do Seridó	928	119	260	629	120	250	120	2.426	0,08
São Vicente	971	106	133	693	90	186	172	2.351	0,08
Ten Laurentino Cruz	595	4	91	573	70	126	23	1.482	0,05
Total Seridó	**57.559**	**20.480**	**20.140**	**16.891**	**8.118**	**8.386**	**7.362**	**138.936**	**4,44**
Estado RN	950.998	757.437	581.035	342.040	164.559	127.847	203.326	3.127.243	100

Fonte dos dados: Companhia Energética do Rio Grande do Norte - COSERN *apud* IDEMA (Anuário Estatístico - 2006)

Em relação à população estimada em 01/07/2005, pelo IBGE, a população consumidora de energia elétrica da região corresponde a 30% (superior à média do Estado RN), conforme a Tabela a seguir, que apresenta, por município, o número de consumidores.

Tabela 4 – Número de consumidores de energia elétrica no Seridó (2005)

MUNICÍPIOS	Estimativa da população (01/07/2005)	NÚMERO DE CONSUMIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA								
		Residencial	Industrial	Comercial	Rural	Poderes públicos	Iluminação pública	Outros	Total	% População consumidora
Acari	11.303	2.916	22	222	256	79	7	9	3.511	31
Caicó	60.988	16.493	157	1.677	964	211	68	11	19.581	32
Carnaúba dos Dantas	7.184	1.896	22	161	141	53	1	8	2.282	32
Cruzeta	8.303	1.932	24	149	230	41	3	4	2.383	29
Currais Novos	41.144	10.267	81	965	519	134	50	15	12.031	29
Equador	5.772	1.419	9	98	43	37	3	3	1.612	28
Florânia	8.937	2.045	7	138	342	29	2	6	2.569	29
Ipueira	2.028	572	1	30	40	20	6	3	672	33
Jardim do Seridó	12.167	3.162	33	320	356	65	9	3	3.948	32
Lagoa Nova	12.855	2.380	10	128	525	51	1	10	3.105	24
Ouro Branco	4.743	1.078	1	94	202	30	7	1	1.413	30
Parelhas	20.412	5.301	75	451	378	90	5	5	6.305	31
Santana do Seridó	2.294	557	7	30	76	36	2	4	712	31
São Fernando	3.065	730	7	42	199	26	11	4	1.019	33
São João do Sabugi	5.833	1.566	8	107	200	37	12	2	1.932	33
São José do Seridó	4.153	915	7	60	192	23	3	5	1.205	29
São Vicente	6.042	1.182	3	89	236	40	1	4	1.555	26
Ten Laurentino Cruz	5.058	985	2	55	158	24	5	4	1.233	24
Total Seridó	**222.281**	**55.396**	**476**	**4.816**	**5.057**	**1.026**	**196**	**101**	**67.068**	**30**
Estado RN	3.003.087	743.333	4.300	58.609	36.016	9.269	2.840	1.463	855.830	28

Fontes dos dados: IBGE e COSERN *apud* IDEMA (Anuário Estatístico - 2006)

4.4.3 – DIMENSÃO SÓCIO-CULTURAL

Em que pese o diagnóstico de BRASIL (2004)[61] para 1.846 municípios brasileiros quanto ao desenvolvimento humano (com base no IDH), na região Seridó em 2000, o IDH-M médio foi de 0,693, bem próximo do índice medido para o Estado do RN (0,702), correspondendo, portanto, a 98,72% deste, sendo Lagoa Nova o município que apresentou o menor IDH-M (0,620), conforme demonstra, a seguir, a Tabela 5.

[61] Ver subitem 2.2.2 – Indicadores sócio-econômicos, p. 32.

Tabela 5 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) no Seridó (2000)

Município	IDH-M	Ranking	
		Estadual	Nacional
Rio Grande do Norte	0,702	-	18
Caicó	0,756	3	1694
Carnaúba dos Dantas	0,742	4	2120
São José do Seridó	0,740	5	2146
São João do Sabugi	0,725	8	2517
Currais Novos	0,724	9	2540
Jardim do Seridó	0,722	10	2589
Cruzeta	0,713	12	2759
Parelhas	0,704	14	2932
Ouro Branco	0,702	15	2955
Acari	0,698	16	3030
Ipueira	0,691	20	3150
Santana do Seridó	0,684	24	3248
Equador	0,665	34	3546
São Fernando	0,663	35	3556
Florânia	0,657	39	3655
São Vicente	0,639	65	3940
Tenente Laurentino Cruz	0,628	92	4166
Lagoa Nova	0,620	106	4300
Média Seridó	**0,693**	-	-

Fonte dos dados: ONU

Mesmo sendo baixo, o menor índice da região era superior ao considerado na pesquisa efetuada em 2004, que, segundo a literatura apresentada acima, a maior parte dos municípios com IDH-M menor ou igual a 0,500 se concentrava na região Nordeste. Guardadas as proporcionalidades e considerando que o RN evoluiu em 01 (uma) posição no *ranking* nacional no período 1991-2000, conclui-se que, embora com índice médio acima de 0,500, foi pequena a evolução quanto ao IDH-M.[62]

4.5 – BALANÇO HÍDRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA

Nesse subitem, foram apresentados, através da Tabela 6 (p. 119), os resultados obtidos do balanço hídrico da bacia hidrográfica da região em estudo, cujos dados inseridos na referida tabela migraram dos Quadros 10 (p. 89) e 12 (p. 119).

[62] Cf. Anexo C, p. 166.

Quadro 12 – Vazões médias anuais dos grandes açudes da bacia do rio Seridó[1], RN

Rio Barrado	Açude	Capacidade (m^3)	Vazão média anual[2]		Tempo Renovação	
			(m^3/s)	(m^3/ano)	Anos	Meses
Piranhas	Armando R. Gonçalves	2.400.000.000	26,994	851.297.388	2,82	33,83
Seridó	Boqueirão de Parelhas	85.012.750	0,434	13.671.480	6,22	74,62
Quintos	Caldeirão de Parelhas	10.195.600	0,218	6.881.538	1,48	17,78
São José	Cruzeta	35.000.000	2,131	67.202.367	0,52	6,25
Acauã	Dourado	10.321.600	0,597	18.821.065	0,55	6,58
Barra Nova	Itans	81.750.000	1,053	33.194.211	2,46	29,55
Acauã	Marechal Dutra	40.000.000	1,250	39.415.362	1,01	12,18
Seridó	Passagem de Traíras	48.858.100	6,018	189.797.799	0,26	3,09
Rio da Pedra	Rio da Pedra	12.431.600	0,409	12.911.884	0,96	11,55
Sabugi	Sabugi	65.334.880	0,682	21.498.933	3,04	36,47
Rio da Cobra	Zangarelhas[3]	7.916.000	0,387	12.204.432	0,65	7,78
Rio Quixeré	Carnaúba[4]	25.710.900	0,450	14.191.200	1,81	21,74

([1]) Fonte: Exceto o Açude Ribeiro Gonçalves (aqui incluído para fins de estudo: verificação da vazão)
([2]) Fonte: SCIENTEC (1998), exceto (3) e (4)
([3]) Por falta de dados, foi considerada a vazão anual regularizada (95%) com base no PERH/RN, Relatório HE-1358-R19-0998, pág. 022
([4]) Por falta de dados, foi considerada a descarga regularizada, conforme SEMARH (ficha técnica da barragem).
Nota: As séries de vazões foram geradas através da operação do modelo chuva-deflúvio SSARR, para o período 1936-1989

Tabela 6 – Balanço hídrico da bacia hidrográfica do rio Seridó, RN

Sub-bacia	Açude	Área da bacia[1]		Precipitação[2]	Vazão Média Anual Afluente[3]				Vazão/Precipitação
		(km^2)	(%)	(mm/ano)	(m^3/s)	(%)	(mm/ano)	(%)	(%)[4]
Sabugi	Sabugi	1.428,00	8	633	0,682	5	15	5	2
	Carnaúba	329,00	2	633	0,450	3	43	14	7
Barra Nova	Itans	1.268,00	7	629	1,053	8	26	9	4
Seridó	P. Traíras	7.700,00	45	731	6,018	46	25	8	3
	Zangarelhas	255,12	2	570	0,387	3	48	16	8
	Caldeirão	195,10	1	563	0,218	2	35	12	6
	Boqueirão	1.519,00	9	563	0,434	3	9	3	2
São José	Cruzeta	1.400,00	8	577	2,131	16	48	16	8
Acauã	Mal. Dutra	2.400,00	14	494	1,250	9	16	5	3
	Dourado	501,84	3	436	0,597	5	38	12	9
Totais e Média		16.996,06	100	5.830	13,219	100	303	100	5

([1]) Bacia hidrográfica (Fonte: *site* da SERHID)
([2]) Ver Quadro 10
([3]) Fonte: ver Quadro 12
([4]) Coeficiente de deflúvio (c%)

Conforme os resultados apresentados na Tabela 6, o coeficiente de deflúvio médio de deflúvio “c” foi de 5%, o que comprova o baixo aproveitamento das precipitações na região, devido, principalmente, às grandes perdas por evaporação (em torno de 2.000 mm/ano). Referido coeficiente é bem inferior ao da Região

Atlântico Nordeste (11%) e mais ainda em relação ao da Região São Francisco (15%)[63].

4.6 – BALANÇO HÍDRICO DOS AÇUDES (DISPONIBILIDADE – DEMANDA)

4.6.1 – DEMANDA HÍDRICA

A demanda hídrica por município no ano 2000[64] encontra-se demonstrada, através da Tabela 7 abaixo, tendo sido considerado o consumo para abastecimento humano de 180 l/hab.dia para a população urbana e 50 l/hab.dia para a rural.

Tabela 7 – Consumo de água humano nos municípios da bacia do rio Seridó, RN (ano 2000)

Municipio	População (hab) - 2000			Consumo[1] (l/s)		
	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
Acari	8.720	2.200	10.920	18,17	1,27	19,44
Caicó	48.239	5.096	53.335	100,50	2,95	103,45
Carnaúba dos Dantas	5.224	1.415	6.639	10,88	0,82	11,70
Cruzeta	5.870	2.184	8.054	12,23	1,26	13,49
Currais Novos	35.661	5.440	41.101	74,29	3,15	77,44
Equador	4.319	1.425	5.744	9,00	0,82	9,82
Florânia	4.427	4.162	8.589	9,22	2,41	11,63
Ipueira	1.516	345	1.861	3,16	0,20	3,36
Jardim do Seridó	9.212	2.783	11.995	19,19	1,61	20,80
Lagoa Nova	5.711	5.325	11.036	11,90	3,08	14,98
Ouro Branco	2.904	1.730	4.634	6,05	1,00	7,05
Parelhas	15.693	3.049	18.742	32,69	1,76	34,46
Santana do Seridó	1.376	860	2.236	2,87	0,50	3,36
São Fernando	1.611	1.761	3.372	3,36	1,02	4,38
São João do Sabugi	4.016	1.231	5.247	8,37	0,71	9,08
São José do Seridó	2.755	957	3.712	5,74	0,55	6,29
São Vicente	2.699	2.085	4.784	5,62	1,21	6,83
Tenente Laurentino Cruz	1.650	1.560	3.210	3,44	0,90	4,34
Totais	**161.603**	**43.608**	**205.211**	**336,67**	**25,24**	**361,91**

([1]) Considerados os seguintes consumos per capita: a) Urbana = 180 l/hab.dia; b) Rural = 50 l/hab.dia

Fonte da população: Anexo A (Referência: Relatório HE-1358-R09-0298)

[63] Cf. Nota de Aula da disciplina "Hidrologia Operacional" (Guimarães Jr., 2004).
[64] Ver Tabela 1, p. 83.

As Tabelas 8 e 9, a seguir, apresentam, respectivamente, os cálculos das demandas hídricas por açude e por sub-bacia para o ano 2000.

Tabela 8 – Consumo por açude (ano 2000)

Sub-bacia	Açude	Rio Barrado	Municipio	Consumo[1] (l/s)			
				Urbano	Rural	Total	(l/s)
Sabugi	Sabugi	Rio Sabugi	S. João Sabugi	8,37	0,71	9,08	9,08
	Carnaúba		Ipueira	3,16	0,20	3,36	3,36
Barra Nova	Itans	R. Barra Nova	Caicó	100,50	2,95	103,45	110,50
			Ouro Branco	6,05	1,00	7,05	
Seridó	P. Traíras	Rio Seridó	São Fernando	3,36	1,02	4,38	4,38
	Zangarelhas	R. da Cobra	Jardim Seridó	19,19	1,61	20,80	20,80
	Caldeirão	R. dos Quintos	Santana Seridó	2,87	0,50	3,36	3,36
	Boqueirão	Rio Seridó	Parelhas	32,69	1,76	34,46	44,28
			Equador	9,00	0,82	9,82	
São José	Cruzeta	R. São José	S. José Seridó	5,74	0,55	6,29	42,59
			Cruzeta	12,23	1,26	13,49	
			São Vicente	5,62	1,21	6,83	
			Tem. Laurentino	3,44	0,90	4,34	
			Florânia	9,22	2,41	11,63	
Acauã	Mal. Dutra	Rio Acauã	C. dos Dantas	10,88	0,82	11,70	31,14
			Acari	18,17	1,27	19,44	
	Dourado	R. C. Novos	Currais Novos	74,29	3,15	77,44	92,42
			Lagoa Nova	11,90	3,08	14,98	
Totais				**336,67**	**25,24**	**361,91**	**361,91**

([1]) Considerados os seguintes consumos per capita: a) Urbana = 180 l/hab.dia; b) Rural = 50 l/hab.dia

Tabela 9 – Consumo por sub-bacia (ano 2000)

Sub-bacia	Açude	Rio Barrado	Municipio	Consumo[1] (l/s)			
				Urbano	Rural	Total	Por Sub-bacia
Sabugi	Sabugi	Rio Sabugi	São João do Sabugi	8,37	0,71	9,08	12,44
	Carnaúba		Ipueira	3,16	0,20	3,36	
Barra Nova	Itans	R. Barra Nova	Caicó	100,50	2,95	103,45	110,50
			Ouro Branco	6,05	1,00	7,05	
Seridó	P. Traíras	Rio Seridó	São Fernando	3,36	1,02	4,38	72,82
	Zangarelhas	Rio da Cobra	Jardim do Seridó	19,19	1,61	20,80	
	Caldeirão	R. dos Quintos	Santana do Seridó	2,87	0,50	3,36	
	Boqueirão	Rio Seridó	Parelhas	32,69	1,76	34,46	
			Equador	9,00	0,82	9,82	
São José	Cruzeta	R. São José	S. José do Seridó	5,74	0,55	6,29	42,59
			Cruzeta	12,23	1,26	13,49	
			São Vicente	5,62	1,21	6,83	
			Tem. Laurentino Cruz	3,44	0,90	4,34	
			Florânia	9,22	2,41	11,63	
Acauã	Mal. Dutra	Rio Acauã	Carnaúba dos Dantas	10,88	0,82	11,70	123,56
			Acari	18,17	1,27	19,44	
	Dourado	R. Currais Novos	Currais Novos	74,29	3,15	77,44	
			Lagoa Nova	11,90	3,08	14,98	
Totais				**336,67**	**25,24**	**361,91**	**361,91**

([1]) Considerados os seguintes consumos per capita: a) Urbana = 180 l/hab.dia; b) Rural = 50 l/hab.dia

Semelhantemente à Tabela 7, para o ano 2020, a Tabela 10 apresenta a demanda hídrica por município, tendo sido considerado o mesmo consumo *per capita* para a população projetada para aquele horizonte.

Tabela 10 – Consumo de água humano nos municípios da bacia do rio Seridó, RN (ano 2020)

Municipio	População (hab) - 2020			Consumo[1] (l/s)		
	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
Acari	9.807	973	10.780	20,43	0,56	20,99
Caicó	56.604	1.749	58.353	117,93	1,01	118,94
Carnaúba dos Dantas	8.142	844	8.986	16,96	0,49	17,45
Cruzeta	7.138	1.338	8.476	14,87	0,77	15,65
Currais Novos	39.546	3.726	43.272	82,39	2,16	84,54
Equador	5.773	454	6.227	12,03	0,26	12,29
Florânia	4.725	2.233	6.958	9,84	1,29	11,14
Ipueira	2.083	53	2.136	4,34	0,03	4,37
Jardim do Seridó	10.620	1.874	12.494	22,13	1,08	23,21
Lagoa Nova	8.398	3.240	11.638	17,50	1,88	19,37
Ouro Branco	3.908	959	4.867	8,14	0,55	8,70
Parelhas	19.541	1.290	20.831	40,71	0,75	41,46
Santana do Seridó	1.642	169	1.811	3,42	0,10	3,52
São Fernando	1.873	858	2.731	3,90	0,50	4,40
São João do Sabugi	4.279	221	4.500	8,91	0,13	9,04
São José do Seridó	4.643	254	4.897	9,67	0,15	9,82
São Vicente	2.850	1.025	3.875	5,94	0,59	6,53
Tenente Laurentino Cruz	1.761	837	2.598	3,67	0,48	4,15
Totais	**193.333**	**22.097**	**215.430**	**402,78**	**12,79**	**415,56**

([1]) Considerados os seguintes consumos per capita: a) Urbana = 180 l/hab.dia; b) Rural = 50 l/hab.dia

Fonte da população: Anexo A (Referência: Relatório HE-1358-R09-0298)

Da mesma forma, as Tabelas 11 e 12, abaixo, apresentam, respectivamente, os cálculos das demandas hídricas, por açude e por sub-bacia, projetadas para o ano 2020.

Tabela 11 – Consumo por açude (ano 2020)

Sub-bacia	Açude	Rio Barrado	Municipio	Consumo[1] (l/s)			
				Urbano	Rural	Total	(l/s)
Sabugi	Sabugi	Rio Sabugi	S. João Sabugi	8,91	0,13	9,04	9,04
	Carnaúba		Ipueira	4,34	0,03	4,37	4,37
Barra Nova	Itans	R. Barra Nova	Caicó	117,93	1,01	118,94	127,63
			Ouro Branco	8,14	0,55	8,70	
Seridó	P. Traíras	Rio Seridó	São Fernando	3,90	0,50	4,40	4,40
	Zangarelhas	R. da Cobra	Jardim Seridó	22,13	1,08	23,21	23,21
	Caldeirão	R. dos Quintos	Santana Seridó	3,42	0,10	3,52	3,52
	Boqueirão	Rio Seridó	Parelhas	40,71	0,75	41,46	53,75
			Equador	12,03	0,26	12,29	
São José	Cruzeta	R. São José	S. José Seridó	9,67	0,15	9,82	47,28
			Cruzeta	14,87	0,77	15,65	
			São Vicente	5,94	0,59	6,53	
			Tem. Laurentino	3,67	0,48	4,15	
			Florânia	9,84	1,29	11,14	
Acauã	Mal. Dutra	Rio Acauã	C. dos Dantas	16,96	0,49	17,45	38,45
			Acari	20,43	0,56	20,99	
	Dourado	R. C. Novos	Currais Novos	82,39	2,16	84,54	103,91
			Lagoa Nova	17,50	1,88	19,37	
Totais				**402,78**	**12,79**	**415,56**	**415,56**

([1]) Considerados os seguintes consumos per capita: a) Urbana = 180 l/hab.dia; b) Rural = 50 l/hab.dia

Tabela 12 – Consumo por sub-bacia (ano 2020)

Sub-bacia	Açude	Rio Barrado	Municipio	Consumo[1] (l/s)			
				Urbano	Rural	Total	Por Sub-bacia
Sabugi	Sabugi	Rio Sabugi	São João do Sabugi	8,91	0,13	9,04	13,41
	Carnaúba		Ipueira	4,34	0,03	4,37	
Barra Nova	Itans	R. Barra Nova	Caicó	117,93	1,01	118,94	127,63
			Ouro Branco	8,14	0,55	8,70	
Seridó	P. Traíras	Rio Seridó	São Fernando	3,90	0,50	4,40	84,87
	Zangarelhas	Rio da Cobra	Jardim do Seridó	22,13	1,08	23,21	
	Caldeirão	R. dos Quintos	Santana do Seridó	3,42	0,10	3,52	
	Boqueirão	Rio Seridó	Parelhas	40,71	0,75	41,46	
			Equador	12,03	0,26	12,29	
São José	Cruzeta	R. São José	S. José do Seridó	9,67	0,15	9,82	47,28
			Cruzeta	14,87	0,77	15,65	
			São Vicente	5,94	0,59	6,53	
			Tem. Laurentino Cruz	3,67	0,48	4,15	
			Florânia	9,84	1,29	11,14	
Acauã	Mal. Dutra	Rio Acauã	Carnaúba dos Dantas	16,96	0,49	17,45	142,36
			Acari	20,43	0,56	20,99	
	Dourado	R. Currais Novos	Currais Novos	82,39	2,16	84,54	
			Lagoa Nova	17,50	1,88	19,37	
Totais				**402,78**	**12,79**	**415,56**	**415,56**

([1]) Considerados os seguintes consumos per capita: a) Urbana = 180 l/hab.dia; b) Rural = 50 l/hab.dia

4.6.2 – POTENCIALIDADES, DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS

As Tabelas 13 e 13.1 demonstram as diferenças entre a disponibilidade anual e a demanda hídrica (consumo), em metros cúbicos por ano, para os anos 2000 e 2020, respectivamente, obtendo-se, assim, os resultados positivo (excesso) e negativo (escassez), por reservatório.

Tabela 13 – Capacidade dos açudes, potencialidades, disponibilidades e demandas (ano 2000)

Açude	Município	Cap.Açudagem (m^3)	Desc. Regul. (l/s) N.Garantia (100%)[1]	Potencialidade (m^3/ano)	Disponibilidade (m^3/ano)	Demanda (m^3/ano)	Excesso (Escassez) (m^3/ano)
Boqueirão	Parelhas	85.012.750	38,0	13.671.480	1.198.368	1.396.439	(198.071)
Caldeirão	Parelhas	10.195.600	2,1	6.881.538	66.226	106.098	(39.873)
Cruzeta	Cruzeta	35.000.000	81,0	67.202.367	2.554.416	1.343.047	1.211.369
Dourado	Currais Novos	10.321.600	0,0	18.821.065	0	2.914.602	(2.914.602)
Itans	Caicó	81.750.000	138,0	33.194.211	4.351.968	3.484.670	867.298
Mal. Dutra	Acari	40.000.000	95,0	39.415.362	2.995.920	982.095	2.013.825
P. das Traíras	Jardim do Seridó	48.858.100	327,0	189.797.799	10.312.272	137.981	10.174.291
Sabugi	S.João do Sabugi	65.334.880	190,0	21.498.933	5.991.840	286.317	5.705.523
Zangarelhas[2]	Jardim do Seridó	7.916.000	210,0	12.204.432	6.622.560	656.018	5.966.542
Camaúba[3]	S.João do Sabugi	25.710.900	250,0	14.191.200	7.884.000	105.897	7.778.103
Total	-	**410.099.830**	**1.331,1**	**416.878.386**	**41.977.570**	**11.413.163**	**30.564.407**

(1) Fonte: PERH (Relatórios HE-1358-R03-0397 e HE-1358-R20-0998-R1), pág. 021, exceto (2) e (3)
(2) Fonte: Por falta de dados, foi considerada a descarga da tomada d'água como sendo a descarga regularizável, conforme SEMARH.
(3) Fonte: Por falta de dados, foi considerada a descarga da tomada d'água como sendo a descarga regularizável, conforme SEMARH.

Tabela 13.1 – Capacidade dos açudes, potencialidades, disponibilidades e demandas (ano 2020)

Açude	Município	Cap.Açudagem (m^3)	Desc. Regul. (l/s) N.Garantia (100%)[1]	Potencialidade (m^3/ano)	Disponibilidade (m^3/ano)	Demanda (m^3/ano)	Excesso (Escassez) (m^3/ano)
Boqueirão	Parelhas	85.012.750	38,0	13.671.480	1.198.368	1.694.958	(496.590)
Caldeirão	Parelhas	10.195.600	2,1	6.881.538	66.226	110.964	(44.738)
Cruzeta	Cruzeta	35.000.000	81,0	67.202.367	2.554.416	1.491.175	1.063.241
Dourado	Currais Novos	10.321.600	0,0	18.821.065	0	3.277.050	(3.277.050)
Itans	Caicó	81.750.000	138,0	33.194.211	4.351.968	4.025.059	326.909
Mal. Dutra	Acari	40.000.000	95,0	39.415.362	2.995.920	1.212.410	1.783.510
P. das Traíras	Jardim do Seridó	48.858.100	327,0	189.797.799	10.312.272	138.715	10.173.557
Sabugi	S.João do Sabugi	65.334.880	190,0	21.498.933	5.991.840	285.164	5.706.676
Zangarelhas[2]	Jardim do Seridó	7.916.000	210,0	12.204.432	6.622.560	731.935	5.890.626
Camaúba[3]	S.João do Sabugi	25.710.900	250,0	14.191.200	7.884.000	137.820	7.746.180
Total	-	**410.099.830**	**1.331,1**	**416.878.386**	**41.977.570**	**13.105.248**	**28.872.321**

(1) Fonte: PERH (Relatórios HE-1358-R03-0397 e HE-1358-R20-0998-R1), pág. 021, exceto (2) e (3)
(2) Fonte: Por falta de dados, foi considerada a descarga da tomada d'água como sendo a descarga regularizável, conforme SEMARH.
(3) Fonte: Por falta de dados, foi considerada a descarga da tomada d'água como sendo a descarga regularizável, conforme SEMARH.

4.7 – ÍNDICES DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA

A seguir, são apresentadas as Tabelas 14 e 14.1, através das quais foram determinados os indicadores de sustentabilidade hídrica, por açude e por sub-bacia, respecivamente, para o ano de 2000, resultantes dos dados da Tabela 13.

Tabela 14 – Indicadores de sustentabilidade hídrica por açude (situação atual: ano 2000)

Sub-bacia	Açude	Município	Potencialidade (m^3/ano)	Disponibilidade hídrica (m^3/ano)	Demanda (m^3/ano)	IAP[1] Disp/Pot (%)	IUP[2] Dem/Pot (%)	IUD[3] Dem/Disp (%)
Seridó	Boqueirão	Parelhas Equador	13.671.480	1.198.368	1.396.439	8,77	10,21	116,53
	Caldeirão	Santana do Seridó	6.881.538	66.226	106.098	0,96	1,54	160,21
	P. Traíras	São Fernando	189.797.799	10.312.272	137.981	5,43	0,07	1,34
	Zangarelhas	Jardim do Seridó	12.204.432	6.622.560	656.018	54,26	5,38	9,91
São José	Cruzeta	S. José do Seridó Cruzeta São Vicente Ten. Laurentino Cruz Florânia	67.202.367	2.554.416	1.343.047	3,80	2,00	52,58
Acauã	Dourado	Currais Novos Lagoa Nova	18.821.065	0	2.914.602	0,00	15,49	#DIV/0!
	Mal. Dutra	Carnaúba dos Dantas Acari	39.415.362	2.995.920	982.095	7,60	2,49	32,78
Barra Nova	Itans	Caicó Ouro Branco	33.194.211	4.351.968	3.484.670	13,11	10,50	80,07
Sabugi	Sabugi	São João do Sabugi	21.498.933	5.991.840	286.317	27,87	1,33	4,78
	Carnaúba	Ipueira	14.191.200	7.884.000	105.897	55,56	0,75	1,34
Totais e Médias			416.878.386	41.977.570	11.413.163	10,07	2,74	27,19

(1) Índice de Ativação da Potencialidade = Disponibilidade / Potencialidade (ou IAP = IUP / IUD)
(2) Índice de Utilização da Potencialidade = Demanda / Potencialidade
(3) Índice de Utilização da Disponibilidade = Demanda / Disponibilidade

Tabela 14.1 – Indicadores de sustentabilidade hídrica por sub-bacia (situação atual: ano 2000)

Sub-bacia	Açude	Município	Potencialidade (m^3/ano)	Disponibilidade hídrica (m^3/ano)	Demanda (m^3/ano)	IAP[1] Disp/Pot (%)	IUP[2] Dem/Pot (%)	IUD[3] Dem/Disp (%)
Seridó	Boqueirão Caldeirão P. Traíras Zangarelhas	Parelhas Equador Santana do Seridó São Fernando Jardim do Seridó	222.555.249	18.199.426	2.296.536	8,18	1,03	12,62
São José	Cruzeta	S. José do Seridó Cruzeta São Vicente Ten. Laurentino Cruz Florânia	67.202.367	2.554.416	1.343.047	3,80	2,00	52,58
Acauã	Dourado	Currais Novos Lagoa Nova	58.236.427	2.995.920	3.896.696	5,14	6,69	130,07
	Mal. Dutra	Carnaúba dos Dantas Acari						
Barra Nova	Itans	Caicó Ouro Branco	33.194.211	4.351.968	3.484.670	13,11	10,50	80,07
Sabugi	Sabugi Carnaúba	São João do Sabugi Ipueira	35.690.133	13.875.840	392.214	38,88	1,10	2,83
Totais e Médias			416.878.386	41.977.570	11.413.163	10,07	2,74	27,19

(1) Índice de Ativação da Potencialidade = Disponibilidade / Potencialidade (ou IAP = IUP / IUD)
(2) Índice de Utilização da Potencialidade = Demanda / Potencialidade
(3) Índice de Utilização da Disponibilidade = Demanda / Disponibilidade

As Tabelas 15 e 15.1 mostram os indicadores de sustentabilidade hídrica, por açude e por sub-bacia, respectivamente, calculados para o horizonte 2020, resultantes dos dados da Tabela 13.1.

Tabela 15 – Indicadores de sustentabilidade hídrica por açude (horizonte: ano 2020)

Sub-bacia	Açude	Municipio	Potencialidade (m^3/ano)	Disponibilidade hídrica (m^3/ano)	Demanda (m^3/ano)	IAP[1] Disp/Pot (%)	IUP[2] Dem/Pot (%)	IUD[3] Dem/Disp (%)
Seridó	**Boqueirão**	**Parelhas** **Equador**	13.671.480	1.198.368	1.694.958	8,77	12,40	**141,44**
	Caldeirão	**Santana do Seridó**	6.881.538	66.226	110.964	0,96	1,61	**167,55**
	P. Traíras	São Fernando	189.797.799	10.312.272	138.715	5,43	0,07	1,35
	Zangarelhas	Jardim do Seridó	12.204.432	6.622.560	731.935	54,26	6,00	11,05
São José	**Cruzeta**	**S. José do Seridó** **Cruzeta** **São Vicente** **Ten. Laurentino Cruz** **Florânia**	67.202.367	2.554.416	1.491.175	3,80	2,22	**58,38**
Acauã	**Dourado**	**Currais Novos** **Lagoa Nova**	18.821.065	0	3.277.050	0,00	17,41	**#DIV/0!**
	Mal. Dutra	**Carnaúba dos Dantas** **Acari**	39.415.362	2.995.920	1.212.410	7,60	3,08	**40,47**
Barra Nova	**Itans**	**Caicó** **Ouro Branco**	33.194.211	4.351.968	4.025.059	13,11	12,13	**92,49**
Sabugi	Sabugi	São João do Sabugi	21.498.933	5.991.840	285.164	27,87	1,33	4,76
	Carnaúba	Ipueira	14.191.200	7.884.000	137.820	55,56	0,97	1,75
Totais e Médias			**416.878.386**	**41.977.570**	**13.105.248**	**10,07**	**3,14**	**31,22**

([1]) Índice de Ativação da Potencialidade = Disponibilidade / Potencialidade (ou IAP = IUP / IUD)
([2]) Índice de Utilização da Potencialidade = Demanda / Potencialidade
([3]) Índice de Utilização da Disponibilidade = Demanda / Disponibilidade

Tabela 15.1 – Indicadores de sustentabilidade hídrica por sub-bacia (horizonte: ano 2020)

Sub-bacia	Açude	Municipio	Potencialidade (m^3/ano)	Disponibilidade hídrica (m^3/ano)	Demanda (m^3/ano)	IAP[1] Disp/Pot (%)	IUP[2] Dem/Pot (%)	IUD[3] Dem/Disp (%)
Seridó	Boqueirão Caldeirão P. Traíras Zangarelhas	Parelhas Equador Santana do Seridó São Fernando Jardim do Seridó	222.555.249	18.199.426	2.676.571	8,18	1,20	14,71
São José	**Cruzeta**	**S. José do Seridó** **Cruzeta** **São Vicente** **Ten. Laurentino Cruz** **Florânia**	67.202.367	2.554.416	1.491.175	3,80	2,22	**58,38**
Acauã	**Dourado**	**Currais Novos** **Lagoa Nova**	58.236.427	2.995.920	4.489.460	5,14	7,71	**149,85**
	Mal. Dutra	**Carnaúba dos Dantas** **Acari**						
Barra Nova	**Itans**	**Caicó** **Ouro Branco**	33.194.211	4.351.968	4.025.059	13,11	12,13	**92,49**
Sabugi	Sabugi Carnaúba	São João do Sabugi Ipueira	35.690.133	13.875.840	422.984	38,88	1,19	3,05
Totais e Médias			**416.878.386**	**41.977.570**	**13.105.248**	**10,07**	**3,14**	**31,22**

([1]) Índice de Ativação da Potencialidade = Disponibilidade / Potencialidade (ou IAP = IUP / IUD)
([2]) Índice de Utilização da Potencialidade = Demanda / Potencialidade
([3]) Índice de Utilização da Disponibilidade = Demanda / Disponibilidade

As tabelas 16 e 16.1 apresentam os percentuais de acréscimo dos Índices de Utilização da Potencialidade (IUP) e de Utilização da Disponibilidade (IUD) entre os anos 2000 e 2020, também por açude e por sub-bacia, respectivamente.

Tabela 16 – Acréscimo do IUD por açude (horizonte 2020 – situação atual, 2000)

Sub-bacia	Açude	Municipio	IUP [DemPot (%)]		Acréscimo	IUD [Dem/Disp (%)]		Acréscimo
			2000	2020	IUP (%)	2000	2020	IUD (%)
Seridó	Boqueirão	Parelhas Equador	10,21	12,40	2,18	116,53	141,44	24,91
	Caldeirão	Santana do Seridó	1,54	1,61	0,07	160,21	167,55	7,35
	P. Traíras	São Fernando	0,07	0,07	0,00	1,34	1,35	0,01
	Zangarelhas	Jardim do Seridó	5,38	6,00	0,62	9,91	11,05	1,15
São José	Cruzeta	S. José do Seridó Cruzeta São Vicente Ten. Laurentino Cruz Florânia	2,00	2,22	0,22	52,58	58,38	5,80
Acauã	Dourado	Currais Novos Lagoa Nova	15,49	17,41	1,93	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	Mal. Dutra	Carnaúba dos Dantas Acari	2,49	3,08	0,58	32,78	40,47	7,69
Barra Nova	Itans	Caicó Ouro Branco	10,50	12,13	1,63	80,07	92,49	12,42
Sabugi	Sabugi	São João do Sabugi	1,33	1,33	(0,01)	4,78	4,76	(0,02)
	Carnaúba	Ipueira	0,75	0,97	0,22	1,34	1,75	0,40
Totais, Médias e Diferença			**2,74**	**3,14**	**0,41**	**27,19**	**31,22**	**4,03**

Tabela 16.1 – Acréscimo do IUD por sub-bacia (horizonte 2020 – situação atual, 2000)

Sub-bacia	Açude	Municipio	IUP [DemPot (%)]		Acréscimo	IUD [Dem/Disp (%)]		Acréscimo
			2000	2020	IUP (%)	2000	2020	IUD (%)
Seridó	Boqueirão	Parelhas Equador	1,03	1,20	0,17	12,62	14,71	2,09
	Caldeirão	Santana do Seridó						
	P. Traíras	São Fernando						
	Zangarelhas	Jardim do Seridó						
São José	Cruzeta	S. José do Seridó Cruzeta São Vicente Ten. Laurentino Cruz Florânia	2,00	2,22	0,22	52,58	58,38	5,80
Acauã	Dourado	Currais Novos Lagoa Nova	6,69	7,71	1,02	130,07	149,85	19,79
	Mal. Dutra	Carnaúba dos Dantas Acari						
Barra Nova	Itans	Caicó Ouro Branco	10,50	12,13	1,63	80,07	92,49	12,42
Sabugi	Sabugi Carnaúba	São João do Sabugi Ipueira	1,10	1,19	0,09	2,83	3,05	0,22
Totais e Médias			**2,74**	**3,14**	**0,41**	**27,19**	**31,22**	**4,03**

4.8 – DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA

Os gráficos apresentados no subitem 2.8 da revisão de literatura retratam um quadro regional de baixo nível de armazenamento nos açudes, muito crítico, cuja intensificação, principalmente no período 1998-2003, sinaliza grande risco de falha dos sistemas de abastecimento sustentados pelos referidos reservatórios, justificando, portanto, a necessidade urgente de transposição de água da bacia do rio Piranhas-Açu para a bacia do rio Seridó. Como se pode observar, à exceção do Açude Dourado, os demais ficaram, no período supracitado, com seus volumes de

água abaixo do volume médio mensal.

Ao contrário do conceito dado à carência de recursos hídricos pelo PDSS[65] como sendo a diferença entre a disponibilidade de água e a capacidade de açudagem (ou de armazenamento de água) de todos os açudes, a concepção de escassez de recursos hídricos é clara ao se efetuar o balanço hídrico, ou seja, sendo este expresso pela simples diferença entre a disponibilidade e a demanda de água, denominado excesso (quando a diferença é positiva) e escassez (quando negativa)[66].

No tocante à qualidade das águas, no geral, os açudes têm água de boa qualidade, fazendo-se necessário, no entanto, um trabalho contínuo de monitoramento e da política de saneamento, além de educação ambiental às comunidades da região, visando à prevenção da poluição dos seus recursos hídricos disponíveis, preservando-os, dessa forma.

4.9 – ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados do balanço hídrico da bacia, obtidos através das Tabelas 13 e 13.1 mostram que há *déficit* hídrico na região apenas nos açudes Boqueirão de Parelhas, Caldeirão de Parelhas e Dourado. No entanto, o total da bacia apresentou balanço hídrico positivo, ou seja, com excesso de 28.872.321 m^3/ano, para o horizonte de 2020, representando uma redução de apenas 5,54% em relação ao ano 2000. Já os resultados das tabelas 14 e 14.1 revelam situações variando de "excelente" a "muito crítica".

O indicador da região sinaliza que a situação é "crítica", de acordo com a classificação constante do Quadro 2, segundo CONEJO (2006)[67], visto que o Índice de Utilização da Disponibilidade – IUD médio previsto para o horizonte de 2020 é correspondente a 31,22% na bacia em estudo (ver Tabelas 15 e 15.1). Mesmo assim, no geral, a situação não é tão grave quanto se alardeia na mídia (sendo o SAB conhecido como sinônimo de pobreza, sem perspectiva de crescimento econômico), visto que, como afirmado anteriormente (Quadro 8)[68], há um grande número de pequenos, médios e grandes açudes, distribuídos em toda a região em

[65] Cf. PDSS (RN, 2000), v. 1, p. 67.
[66] Ver subitem 4.6.2 – Potencialidades, disponibilidades e demandas hídricas (Tabelas 13 e 13.1), p. 124.
[67] Ver subitem 2.2.3 – Indicadores de sustentabilidade hídrica, p. 36.
[68] Ver subitem 2.8 – Histórico e situação atual dos açudes da bacia do rio Seridó, RN, p. 78.

estudo, os quais, se forem utilizados de forma racional, poderão contribuir, de forma positiva, para o desenvolvimento sócio-econômico da bacia do rio Seridó. Saliente-se também que, devido à indisponibilidade de dados à época da pesquisa desse trabalho, não foi mencionado o Açude Esguicho, localizado no município de Ouro Branco, cujo volume atual[69] é de 13.569.944 m^3, correspondente a 62,92% de sua capacidade nominal de armazenamento.

Os Índices de sustentabilidade hídrica, principalmente o IUD, demonstram que há demandas reprimidas a fortemente reprimidas nos açudes de Boqueirão e Caldeirão de Parelhas, Cruzeta, Dourado, Mal. Dutra e Itans. Isso ocorre devido à desconsideração da disponibilidade dos pequenos açudes (capacidade menor que 5 milhões de m^3) existentes na região. Além do açude Mal. Dutra – que tem disponibilidade nula – as disponibilidades desses reservatórios são inferiores a 100 m^3/ano/hab, que, pelo critério de Falkenmark, esse índice sinaliza escassez crônica. Porém, de acordo com GUIMARÃES Jr. (2005), esse é o consumo humano nos grandes centros urbanos.[70]

No entanto, o confronto revela que as disponibilidades atuais e futuras são suficientes para o abastecimento de todas as demandas consuntivas. Dependendo da proximidade, algumas sub-bacias podem ser uma alternativa de atendimento às demandas reprimidas das outras sub-bacias.

Apenas a fim de se verificar a disponibilidade hídrica no limite da situação "confortável", segundo CONEJO (2006), foram alterados os índices IUD dos açudes com situação de escassez crítica e muito crítica, igualando-os a 0,10 (10%), obtendo uma simulação das disponibilidades hídricas projetadas (alteradas), de modo que, no geral, sua média ficou igual a 691 m^3/ano/hab, conforme a Tabela 17, a seguir, inferior à disponibilidade hídrica[71] do Estado do Rio Grande do Norte em 2000.

[69] Medição de OUT/2007, cf. *site*: http://www.semarh.rn.gov.br/ (acessado em 04/12/2007).
[70] Ver subitem 2.2.4 – Indicadores na gestão das águas, p. 38.
[71] Ver subitem 2.2.4 – Indicadores na gestão das águas (Quadro 4), p. 38.

Tabela 17 – Diferenças hídricas alocáveis (horizonte: ano 2020)

Sub-bacia	Açude	Municipio	População[1] (hab)	Disponibilidade hídrica		Demanda	IUD	Disponibilidade hídrica alterada		
				(m^3/ano)	(m^3/ano/hab)	(m^3/ano)	ALTERADA[2] (%)	(m^3/ano)	(m^3/ano/hab)	(l/s)
Seridó	**Boqueirão**	**Parelhas** **Equador**	27.058	1.198.368	44	1.694.958	**10,00**	**16.949.578**	**626**	**537**
	Caldeirão	**Santana do Seridó**	1.811	66.226	37	110.964	**10,00**	**1.109.637**	**613**	**35**
	P. Traíras	São Fernando	2.731	10.312.272	3.776	138.715	1,35	10.312.272	3.776	327
	Zangarelhas	Jardim do Seridó	12.494	6.622.560	530	731.935	11,05	6.622.560	530	210
São José	**Cruzeta**	**S. José do Seridó** **Cruzeta** **São Vicente** **Ten. Laurentino Cruz** **Florânia**	26.804	2.554.416	95	1.491.175	**10,00**	**14.911.747**	**556**	**473**
Acauã	**Dourado**	**Currais Novos** **Lagoa Nova**	54.910	0	0	3.277.050	**10,00**	**32.770.503**	**597**	**1.039**
	Mal. Dutra	**Carnaúba dos Dantas** **Acari**	19.766	2.995.920	152	1.212.410	**10,00**	**12.124.096**	**613**	**384**
Barra Nova	**Itans**	**Caicó** **Ouro Branco**	63.220	4.351.968	69	4.025.059	**10,00**	**40.250.594**	**637**	**1.276**
Sabugi	Sabugi	São João do Sabugi	4.500	5.991.840	1.332	285.164	4,76	5.991.840	1.332	190
	Carnaúba	Ipueira	2.136	7.884.000	3.691	137.820	1,75	7.884.000	3.691	250
Totais e Médias			**215.430**	**41.977.570**	**195**	**13.105.248**	**8,80**	**148.926.826**	**691**	**4.722**

([1]) Considerada a população projetada para o ano 2020, conforme PERH/RN (1998) - Anexo A
([2]) Índices de Utilização da Disponibilidade de alguns açudes alterados para 10%

O açude Boqueirão de Parelhas apresentou escassez, visto que foi considerada a vazão regularizada de 38 l/s, com 100% de garantia.[72] Considerando a baixa descarga regularizada, sugere-se, portanto, desde já, que seja averiguado tal informação e analisado o motivo, podendo a causa principal ser o conflito de uso, como informado no subitem 4.3.

Pela sua definição, os índices IAP = 0,1007 (10,07%) e IUP = 0,0314 (3,14%) muito baixos indicam haver, de alguma forma, na bacia hidrográfica a possibilidade de aumento da disponibilidade em relação à potencialidade[73].

O Plano de Desenvolvimento Sustentável do Seridó – PDSS sugere estudos prévios de balanço hídrico das bacias e sub-bacias hidrográficas da região e implantação de vários programas nas diversas dimensões, com base no cenário desejado, destacando-se o Programa de Regularização da Oferta de Recursos Hídricos, segundo esquemas simplificados de expansão da capacidade de armazenagem de água, com vistas, por exemplo, ao aumento da oferta de água para consumo difuso, e o Programa de Convivência com a Seca e a Irregularidade Climática.

Segundo o Relatório-Síntese do PERH/RN (1998), o *déficit* hídrico total da bacia do Rio Piranhas-Açu, por exemplo, é de 1.646 l/s previsto para o ano 2000, 2.022 l/s para o ano 2010 e de 2.175 l/s para o ano 2020. Aproximadamente 90% do *déficit* total estão concentrados na sub-bacia do Rio Seridó, esta excluída da rota de transposição do Rio São Francisco, não se justificando, portanto, a construção do

[72] Cf. Anexo B, p. 165.
[73] Ver subitem 4.7 – Índices de sustentabilidade hídrica (Tabelas 15 e 15.1), p. 126.

açude Carnaúba, considerando que sua vazão regularizada é nula.

A construção da barragem Armando Ribeiro Gonçalves (ARG), nos anos 80, com 2,4 bilhões de m^3 de água, constitui o elemento indispensável para a garantia do abastecimento na região, armazenando a chuva mais abundante a montante. A água acumulada na ARG corresponde a aproximadamente 82% do total armazenado na bacia e a 68% do total acumulado no estado. No entanto, o Estado do RN necessita de garantir uma vazão mínima vinda do estado da Paraíba[74] (4,5 m^3/s), para garantir não apenas o abastecimento a montante da ARG, mas também o próprio volume de água armazenado na Barragem. O estado da Paraíba construiu num dos principais afluentes do rio Piranhas (o rio Piancó) um reservatório – o Sistema Coremas-Mãe D'Água – com capacidade para acumular 1,4 bilhões de m^3, de forma a perenizar esse afluente e um trecho do rio Piranhas, garantindo a vazão mínima a entrar no Estado do RN.

Não existem conflitos abertos entre os diversos usuários, observando-se, no entanto, uma preocupação em obter a vazão mínima negociada com o estado da Paraíba, mesmo se para isso seja necessário que os técnicos do Estado do RN fiscalizem as práticas dos irrigantes paraibanos.[75]

A concepção atual de transposição do Rio São Francisco prevê a entrada de vazões nas cabeceiras do Rio Piancó, afluente do Rio Piranhas, na Paraíba. Entretanto, o quadro 3.13 do relatório-síntese (com base no Relatório HE 1358-R27-1198) indica que não há *déficit* ao longo do Rio Piranhas-Açu, no RN, pelo menos até o ano de 2020.

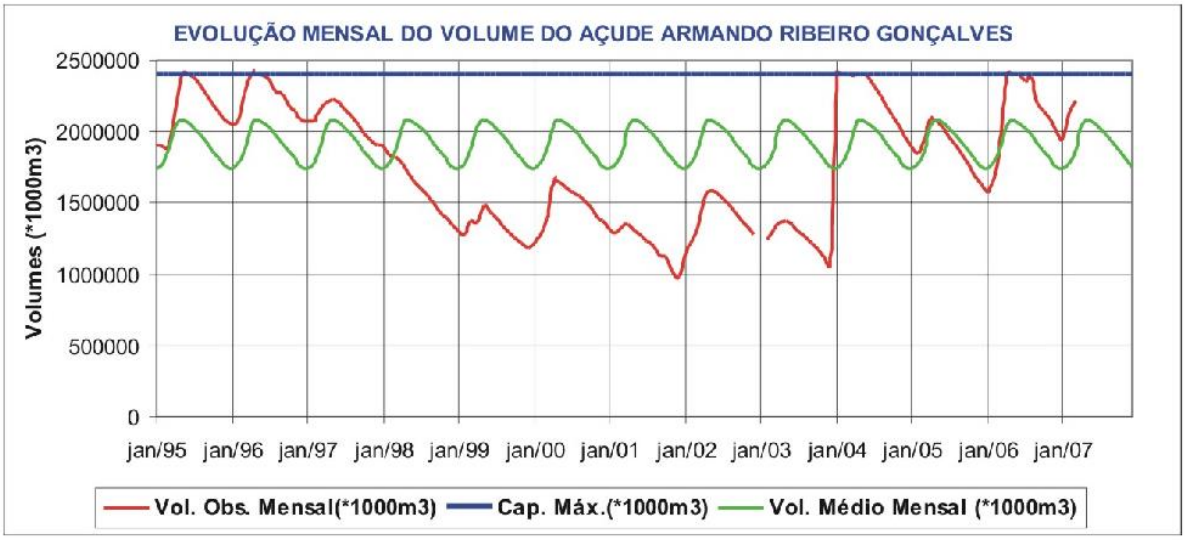
Portanto, qualquer transposição do rio São Francisco deveria ser direcionada para as cabeceiras do Rio Seridó. Contudo, a pequena magnitude do *déficit* indica que a transposição poderia ser inviável para os *déficits* constatados até o ano 2020, a não ser que se implantem grandes projetos de irrigação a jusante do reservatório Armando Ribeiro Gonçalves – ARG.[76]

Margeando a região do Seridó, o rio Piranhas-Açu, devido à sua potencialidade, apresenta-se como solução natural para suplementar o

[74] Porque, na região do Seridó, as chuvas tendem a diminuir para montante.
[75] http://www.marcadagua.org.br/bacia2.htm (acessado em 20/05/2007)
[76] http://www.semarh.rn.gov.br/detalhe.asp?IdPublicacao=155 (acessado em 20/05/2007)

abastecimento daquela região. Nele, encontra-se a barragem Armando Ribeiro Gonçalves, cuja capacidade de acumulação é de 2,4 bilhões de metros cúbicos e uma vazão regularizada de 17,8 m^3/s, com 95% de garantia, o suficiente para abastecer quase a totalidade da população do Estado, além de atender a um amplo programa auto-sustentável de produção agrícola.

A grande disponibilidade hídrica da bacia do rio Piranhas-Açu é comprovada pela experiência dos últimos anos secos, visto que a barragem Armando Ribeiro Gonçalves vem mantendo um quadro de sustentabilidade hídrica, em que pese o atendimento a uma crescente demanda, o que se pode visualizar através do gráfico da Figura 34.



Fonte: Emparn

Figura 34 – Boletim limnimétrico mensal – Açude Armando Ribeiro Gonçalves (Açu)

O reservatório ARG tem capacidade de atender às demandas a ele atribuídas, sem restrição, até o ano 2020, respeitando as garantias estabelecidas, dispondo, todavia, de uma reserva regularizável de aproximadamente 8,5 m^3/s, que poderá ser utilizada para a irrigação de uma área adicional da ordem de 10.000 ha nos tabuleiros ou, parcialmente, para o abastecimento da população mediante a construção de novas adutoras.

Considerando que, no período JAN/95 a DEZ/2003, os açudes da região seridoense apresentaram volumes mensais observados abaixo da média mensal[77], sugere-se a implementação de um conjunto de ações e projetos, com vistas à

[77] Ver subitem 2.8 – Histórico e situação atual dos açudes da bacia do rio Seridó, RN (gráficos históricos da evolução de armazenamento dos principais açudes públicos), p. 79-81.

potencialização do uso da infra-estrutura hídrica já construída, utilizando-se o excedente de água para consumo humano em projetos de irrigação simplificada (produção agrícola), cultivos em vazante, piscicultura e consumo animal, baseando-se no princípio básico da sustentabilidade ambiental.

É necessário, no entanto, que tais projetos e conjunto de ações sejam integrados, maximizem os benefícios sócio-econômicos, ou seja, possuam sustentabilidade econômica e social.

Os resultados indicam que se deve priorizar um programa de educação ambiental bem articulado com os demais setores interessados e responsabilidades convergentes, desenvolvido em bases participativas, que poderá constituir um grande instrumento de monitorização do processo de gestão integrada dos recursos hídricos.

A experiência do município de Serra Negra do Norte/RN demonstra que a opção pelos produtos orgânicos também poderá se constituir em uma boa oportunidade de investimentos e rentabilidade para os produtores em sistemas de agricultura familiar, podendo a terra, em decorrência de sua aptidão natural, receber um planejamento adequado para exploração sustentável.

Apesar da considerável carência de recursos hídricos na região, pode-se supri-la, parcialmente, com recursos hídricos locais, mediante a mobilização de sua potencialidade e com recursos hídricos de outras bacias, dotadas de excedentes mobilizáveis, via transposição. Por exemplo, as tabelas 13 e 13.1 constatam escassez em alguns reservatórios e excesso em outros, mas, no geral, existe água disponível a ser manejada.

Enfim, a realidade mostra que mesmo com a restrição de outros usos, o abastecimento de algumas cidades da região Seridó, RN encontra-se bastante comprometido, justificando a importação de água de outra bacia hidrográfica da mesma região para a bacia do rio Seridó, RN. Portanto, faz-se necessário o manejo para a alocação de água, devido à sua escassez relativa e localizada, com vistas ao suprimento adequado e seguro da região estudada.

4.10 – PROPOSTA DE PLANO

4.10.1 - CONCEPÇÃO

Numa região semi-árida como a do Nordeste brasileiro, a implantação de um Programa de Gestão dos Recursos Hídricos, qualquer que seja a sua dimensão, deve representar uma constante preocupação do Poder Público em bem administrar o problema da seca, convivendo com esta e com vistas ao desenvolvimento, de forma sustentada, de uma região como a ora em estudo.

O Plano de Recursos Hídricos do Seridó – PRHS proposto neste trabalho compreende o estudo de um conjunto de ações e obras na área de recursos hídricos na região do Seridó/RN, incluindo a definição de programas e obras de infraestrutura, adutoras, açudes e obras de transposição de bacias, dentro de um contexto integrado, que maximize os benefícios sócio-econômicos propiciados pelo sistema, tudo em sintonia com a política de desenvolvimento dos recursos hídricos.

4.10.2 – PRINCÍPIOS BÁSICOS

O principal objetivo do Plano consiste em propiciar o desenvolvimento auto-sustentável, diminuindo significativamente os efeitos das secas na região Seridó. Dessa forma, os princípios básicos que nortearão os estudos são os seguintes:

- Sustentabilidade econômica: o projeto suprirá toda a demanda energética necessária para o funcionamento do sistema, possibilitando, desta forma, priorizar o abastecimento rural.
- Sustentabilidade social: o projeto elimina, praticamente, o risco de falha de abastecimento humano e a gestão do sistema deverá contar com a participação de toda a população atendida.
- Sustentabilidade ambiental: o projeto é integrado, potencializa a infra-estrutura hídrica existente, liberando os açudes para a produção agrícola.

4.10.3 – ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A área de abrangência situa-se na Mesorregião Central Potiguar do Estado do Rio Grande do Norte, contendo as seguintes microrregiões definidas pelo IBGE, nas quais estão inclusos 07 (sete) municípios a serem beneficiados, embora não estejam inseridos na bacia hidrográfica do rio Seridó: Bodó, Cerro Corá, Jucurutu, Santana

do Matos, Jardim de Piranhas, Serra Negra do Norte e Timbaúba dos Batistas.

De acordo com a fonte consultada[78], a projeção da população para o ano 2020 decresce em alguns municípios, embora, no geral, a bacia apresente acréscimo populacional. Assim, com base no Anexo A (p. 165) e na Planilha G[79], foram elaboradas as Tabelas 18 e 18.1 (p. 138 e 139, respectivamente), nas quais foram inseridos os municípios retro citados, para fins de cálculo dos consumos de água para abastecimento humano nos anos 2000 e 2020.

Mantidos os consumos de 180 l/hab.dia para a população urbana, e 50 l/hab.dia para a população rural nos Sistemas adutores Serra de Santana e Seridó, os acréscimos[80] da demanda consuntiva, no geral, foram de 26,41% e 24,53% em relação aos anos 2000 e 2020, respectivamente.

4.10.3.1 - Microrregião Serra de Santana

- Bodó
- Cerro Corá
- Florânea
- Lagoa Nova
- Santana do Matos
- São Vicente
- Tenente Laurentino

4.10.3.2 - Microrregião Seridó Oriental

- Acari
- Carnaúba dos Dantas
- Cruzeta
- Currais Novos
- Equador
- Jardim do Seridó
- Ouro Branco
- Parelhas

[78] Cf. Anexo A, p. 165.
[79] Ver Apêndice, p. 162.
[80] Comparando as Tabelas 7 e 18, o acréscimo foi 457,5/361,91=1,2641 (26,41%) em relação ao ano 2000; e, comparando as Tabelas 10 e 18.1, o acréscimo foi 517,5/415,56=1,2453 (24,53%) em relação ao ano 2020.

- Santana do Seridó
- São José do Seridó

4.10.3.3 - Microrregião Seridó Ocidental

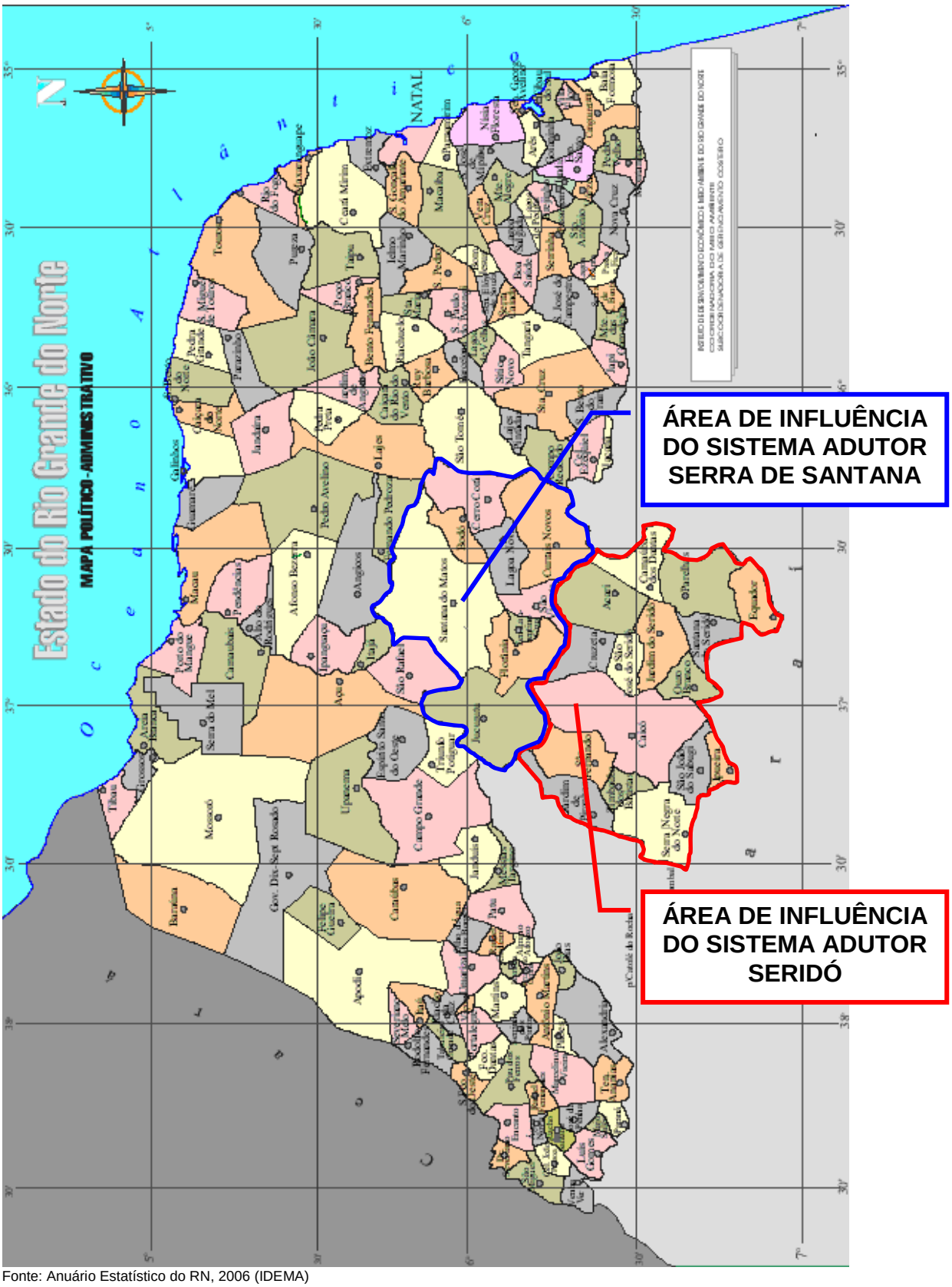
- Caicó
- Ipueira
- Jardim de Piranhas
- São Fernando
- São João do Sabugi
- Serra Negra do Norte
- Timbaúda dos Batistas

4.10.3.4 - Microrregião Vale do Açu

- Jurucutu

4.10.4 – SISTEMAS ADUTORES

O Plano de Recursos Hídricos do Seridó – PRHS, ora projetado, deverá englobar dois grandes sistemas adutores de transposição das águas da bacia no rio Piranhas-Açu para a região Seridó: o Sistema Adutor Seridó e o Sistema Adutor Serra de Santana, conforme apresentado na Figura 35.



Fonte: Anuário Estatístico do RN, 2006 (IDEMA)

Figura 35 – Áreas de influência dos sistemas adutores projetados

4.10.4.1 – População atendida

As Tabelas 18 e 18.1 estimam o consumo de água (apenas para abastecimento humano nos anos 2000 e 2020) no Seridó/RN, para fins de projeto, atendendo ao disposto no subitem 4.10.3.

Tabela 18 – Consumo de água humano na região Seridó/RN (ano 2000)

Município	Altitude Sede (m)	População (hab) - 2000			Consumo[1] (l/s)		
		Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
Sistema Adutor Serra de Santana							
Bodó[2]	560	1.230	1.545	2.775	2,6	0,9	3,5
Cerro Corá[2]	575	4.790	6.049	10.839	10,0	3,5	13,5
Currais Novos	341	35.661	5.440	41.101	74,3	3,1	77,4
Florânia	315	4.427	4.162	8.589	9,2	2,4	11,6
Jucurutu[2]	63	10.388	6.931	17.319	21,6	4,0	25,7
Lagoa Nova	686	5.711	5.325	11.036	11,9	3,1	15,0
Santana do Matos[2]	141	7.160	8.827	15.987	14,9	5,1	20,0
São Vicente	323	2.699	2.085	4.784	5,6	1,2	6,8
Tenente Laurentino Cruz	730	1.650	1.560	3.210	3,4	0,9	4,3
Total		**73.716**	**41.924**	**115.640**	**153,6**	**24,3**	**177,8**
Sistema Adutor Seridó							
Acari	270	8.720	2.200	10.920	18,2	1,3	19,4
Caicó	151	48.239	5.096	53.335	100,5	2,9	103,4
Carnaúba dos Dantas	306	5.224	1.415	6.639	10,9	0,8	11,7
Cruzeta	231	5.870	2.184	8.054	12,2	1,3	13,5
Equador	572	4.319	1.425	5.744	9,0	0,8	9,8
Ipueira	217	1.516	345	1.861	3,2	0,2	3,4
Jardim de Piranhas[2]	134	8.998	2.996	11.994	18,7	1,7	20,5
Jardim do Seridó	236	9.212	2.783	11.995	19,2	1,6	20,8
Ouro Branco	223	2.904	1.730	4.634	6,1	1,0	7,1
Parelhas	266	15.693	3.049	18.742	32,7	1,8	34,5
Santana do Seridó	336	1.376	860	2.236	2,9	0,5	3,4
São Fernando	139	1.611	1.761	3.372	3,4	1,0	4,4
São João do Sabugi	187	4.016	1.231	5.247	8,4	0,7	9,1
São José do Seridó	207	2.755	957	3.712	5,7	0,6	6,3
Serra Negra do Norte[2]	167	2.909	4.634	7.543	6,1	2,7	8,7
Timbaúba dos Batistas[2]	161	1.670	519	2.189	3,5	0,3	3,8
Total		**125.032**	**33.185**	**158.217**	**260,5**	**19,2**	**279,7**
Total Geral		**198.748**	**75.109**	**273.857**	**414,1**	**43,5**	**457,5**

Fonte dos dados (população): Anexo A (Referência: Relatório HE-1358-R09-0298)

([1]) Considerados os seguintes consumos per capita: a) Urbana = 180 l/hab.dia; b) Rural = 50 l/hab.dia

([2]) Municípios não inseridos na bacia hidrográfica do Rio Seridó (a serem beneficiados)

Tabela 18.1 – Consumo de água humano na região Seridó/RN (ano 2020)

Município	Altitude Sede (m)	População (hab) - 2020			Consumo[1] (l/s)		
		Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
Sistema Adutor Serra de Santana							
Bodó[2,3]	560	1.476	773	2.249	3,1	0,4	3,5
Cerro Corá[2,3]	575	5.748	3.025	8.773	12,0	1,8	13,7
Currais Novos	341	39.546	3.726	43.272	82,4	2,2	84,5
Florânia	315	4.725	2.233	6.958	9,8	1,3	11,1
Jucurutu[2,3]	63	12.466	3.466	15.931	26,0	2,0	28,0
Lagoa Nova	686	8.398	3.240	11.638	17,5	1,9	19,4
Santana do Matos[2,3]	141	8.592	4.414	13.006	17,9	2,6	20,5
São Vicente	323	2.850	1.025	3.875	5,9	0,6	6,5
Tenente Laurentino Cruz	730	1.761	837	2.598	3,7	0,5	4,2
Total		**85.562**	**22.737**	**108.299**	**178,3**	**13,2**	**191,4**
Sistema Adutor Seridó							
Acari	270	9.807	973	10.780	20,4	0,6	21,0
Caicó	151	56.604	1.749	58.353	117,9	1,0	118,9
Carnaúba dos Dantas	306	8.142	844	8.986	17,0	0,5	17,5
Cruzeta	231	7.138	1.338	8.476	14,9	0,8	15,6
Equador	572	5.773	454	6.227	12,0	0,3	12,3
Ipueira	217	2.083	53	2.136	4,3	0,0	4,4
Jardim de Piranhas[2,3]	134	10.798	1.498	12.296	22,5	0,9	23,4
Jardim do Seridó	236	10.620	1.874	12.494	22,1	1,1	23,2
Ouro Branco	223	3.908	959	4.867	8,1	0,6	8,7
Parelhas	266	19.541	1.290	20.831	40,7	0,7	41,5
Santana do Seridó	336	1.642	169	1.811	3,4	0,1	3,5
São Fernando	139	1.873	858	2.731	3,9	0,5	4,4
São João do Sabugi	187	4.279	221	4.500	8,9	0,1	9,0
São José do Seridó	207	4.643	254	4.897	9,7	0,1	9,8
Serra Negra do Norte[2,3]	167	3.491	2.317	5.808	7,3	1,3	8,6
Timbaúba dos Batistas[2,3]	161	2.004	260	2.264	4,2	0,2	4,3
Total		**152.345**	**15.111**	**167.456**	**317,4**	**8,7**	**326,1**
Total Geral		**237.907**	**37.848**	**275.755**	**495,6**	**21,9**	**517,5**

Fonte dos dados (população): Anexo A (Referência: Relatório HE-1358-R09-0298)

([1]) Considerados os seguintes consumos per capita: a) Urbana = 180 l/hab.dia; b) Rural = 50 l/hab.dia

([2]) Municípios não inseridos na bacia hidrográfica do Rio Seridó (a serem beneficiados)

([3]) População acrescida em 20% (urbana) e reduzida em 50% (rural) em relação às do ano 2000, em vista dos valores constantes do Anexo A (ver Planilha G)

4.10.4.2 – Sistema adutor Seridó

No Sistema adutor Seridó[81], a água será bombeada com energia gerada na barragem de Oiticica, no rio Piranhas-Açu, até um divisor d'água na serra da Formiga. A partir daí, a água deverá abastecer, por gravidade, as comunidades rurais e cidades das microrregiões Seridó Ocidental e Oriental, como Caicó e Cruzeta, inclusive Parelhas.

O Sistema adutor Seridó é constituído de 03 (três) trechos, tendo cada um deles as seguintes características:

a) Sistema de recalque

- Captação: barragem de Oiticica, rio Açu, na cota 100 m
- Descarga: reservatório Caridade, na cota 350 m
- Comprimento da adutora: 23 km
- Diâmetro: 500 mm
- Vazão: 349,5 l/s
- Velocidade média: 1,8 m/s
- Desnível geométrico: 250 m
- Perda de carga: 108,5 m
- Altura manométrica: 358,5 m
- Rendimento do sistema: 70%
- Potência consumida: 1.754,8 kw

b) Adutora Caicó

- Captação: reservatório Caridade, na cota 350 m
- Descarga: município de Caicó, na cota 150 m
- Comprimento da adutora: 34 km
- Diâmetro: 300 mm
- Vazão: 100 l/s
- Velocidade média: 1,4 m/s
- Desnível geométrico: 200 m
- Perda de carga: 190,2 m

[81] Ver Planilha H (Apêndice), p. 163.

c) Adutora Cruzeta

- Captação: reservatório Caridade, na cota 350 m
- Descarga: município de Cruzeta, na cota 250 m
- Comprimento da adutora: 36 km
- Diâmetro: 500 mm
- Vazão: 249,5 l/s
- Velocidade média: 1,3 m/s
- Desnível geométrico: 100 m
- Perda de carga: 91 m

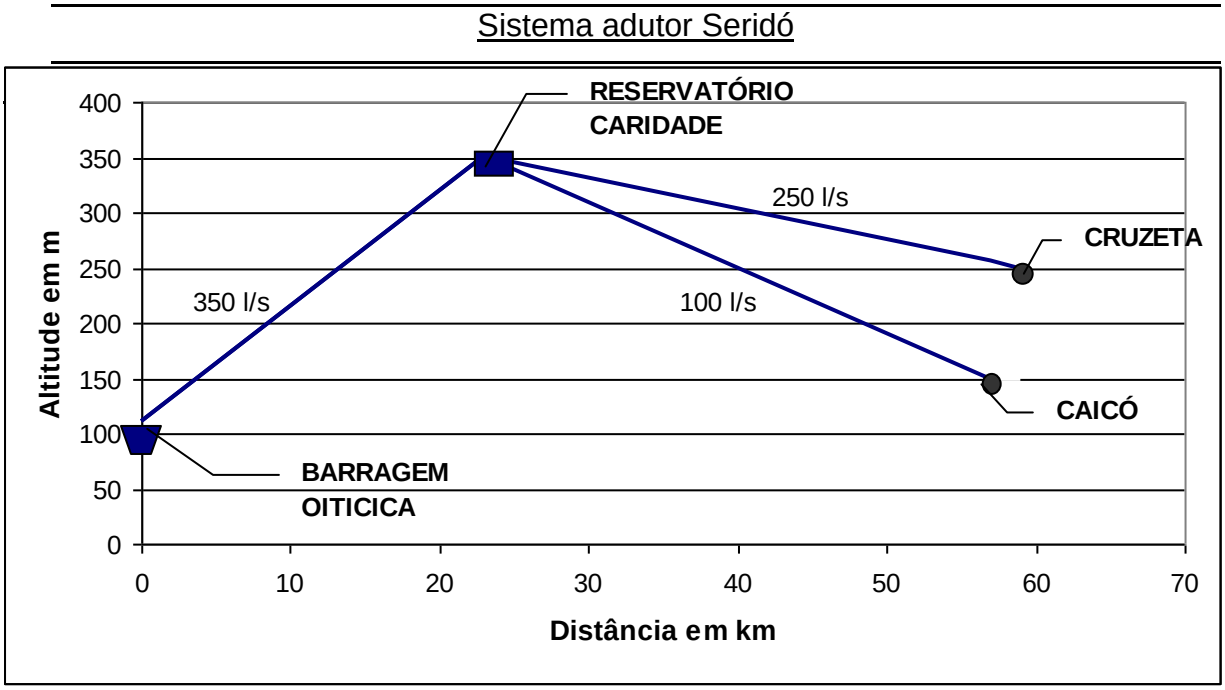


Figura 36 – Esquema do Sistema adutor Seridó

4.10.4.3 – Sistema adutor Serra de Santana

O Sistema adutor Serra de Santana[82] deverá ampliar a área de abrangência da adutora Serra de Santana, já implantada, incluindo o abastecimento das sedes municipais e comunidades rurais de Currais Novos, Cerro Corá e Santana do Matos. Para que isso ocorra, a referida adutora deverá ter a sua capacidade ampliada.

A auto-sustentabilidade do Sistema adutor Serra de Santana deverá ser alcançada a partir da instalação de uma central hidrelétrica na barragem Armando

[82] Ver Planilha I (Apêndice), p. 164.

Ribeiro Gonçalves.

Dessa forma, no Sistema adutor Serra de Santana, a água será bombeada com energia gerada na barragem Armando Ribeiro Gonçalves, no rio Piranhas-Açu/RN, para os municípios de Jucurutu, Santana do Matos, Florânia, São Vicente e Tenente Laurentino. Da Serra de Seriema (São Vicente), por gravidade, será abastecida a cidade de Currais Novos e, a partir do município de Tenente Laurentino, também por gravidade, deverão ser abastecidas as demais cidades e comunidades rurais que constituem a microrregião Serra de Santana.

O Sistema adutor Serra de Santana é constituído de 05 (cinco) trechos, tendo cada um deles as seguintes características:

a) Sistema de recalque

- Captação: barragem Armando Ribeiro Gonçalves, rio Açu, cota 50 m
- Descarga: município de Tenente Laurentino, na cota 730 m
- Comprimento da adutora: 53 km
- Diâmetro: 500 mm
- Vazão: 200 l/s
- Velocidade média: 1,0 m/s
- Desnível geométrico: 680 m
- Perda de carga: 88,9 m
- Altura manométrica: 768,9 m
- Rendimento do sistema: 70%
- Potência consumida: 2.154,3 kw

b) Adutora Jucurutu-Florânia

- Captação: reservatório Jucurutu, na cota 63 m
- Descarga: município de Florânia, na cota 315 m
- Comprimento da adutora: 20 km
- Diâmetro: 500 mm
- Vazão: 200 l/s
- Velocidade média: 1,3 m/s
- Desnível geométrico: 252 m
- Perda de carga: 33,3 m

- Altura manométrica: 285,3 m

c) Adutora Florânia-Lagoa Nova

- Captação: município de Florânia, na cota 315 m
- Descarga: município de Lagoa Nova, na cota 686 m
- Comprimento da adutora: 44 km
- Diâmetro: 250 mm
- Vazão: 62 l/s
- Velocidade média: 1,3 m/s
- Desnível geométrico: 371 m
- Perda de carga: 243,8 m
- Altura manométrica: 614,8 m

d) Adutora Florânia-Currais Novos

- Captação: município de Florânia, na cota 337 m
- Descarga: Serra de Seriema, na cota 428 m e daí, por gravidade até Currais Novos, na cota 375 m
- Comprimento da adutora: 34,3 km até a Serra de Seriema, e 10,9 km até Currais Novos, totalizando 45,2 km
- Diâmetro: 300 mm
- Vazão: 100 l/s
- Velocidade média: 1,4 m/s (Florânia-Serra de Seriema) e 1,3 m/s (Serra de Seriema-Currais Novos)
- Desnível geométrico: 87 m (Florânia-Serra de Seriema) e 49 m (Serra de Seriema-Currais Novos)
- Perda de carga: 191,9 m (Florânia-Serra de Seriema) e 50,2 m (Serra de Seriema-Currais Novos)

e) Adutora Tenente Laurentino-Bodó

- Captação: município de Tenente Laurentino, na cota 730 m
- Descarga: município de Bodó, na cota 560 m
- Comprimento da adutora: 63 km
- Diâmetro: 200 mm
- Vazão: 44,2 l/s

- Velocidade média: 1,4 m/s
- Desnível geométrico: 170 m
- Perda de carga: 559,8 m

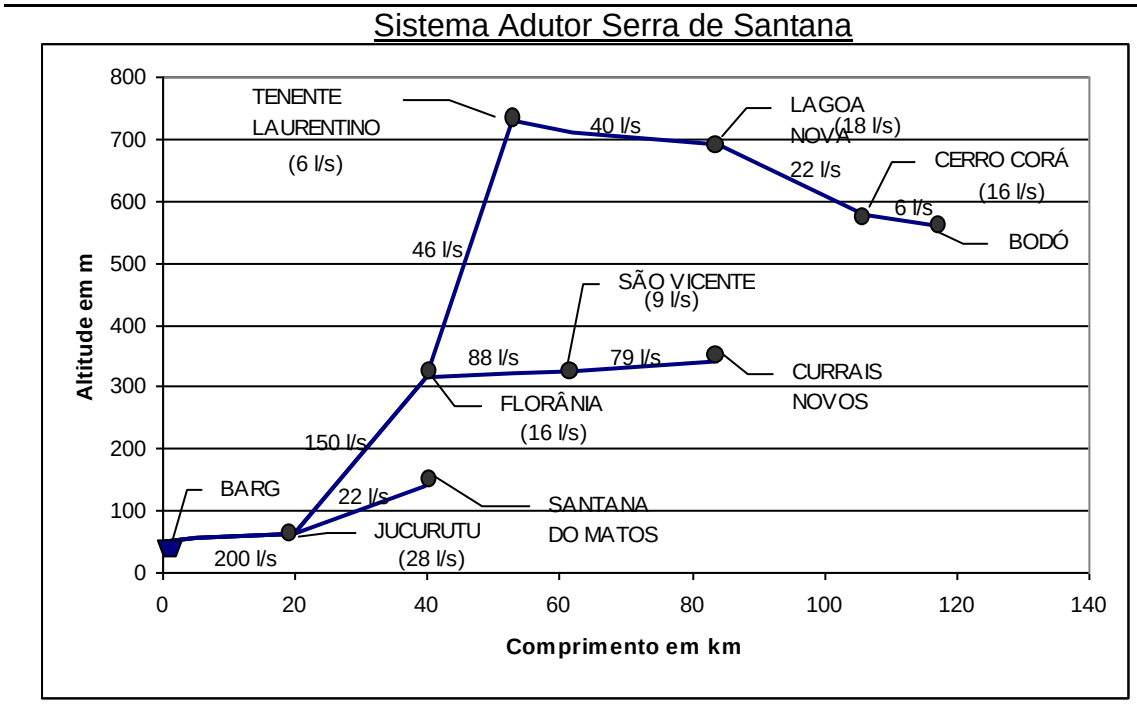


Figura 37 – Esquema do Sistema adutor Serra de Santana

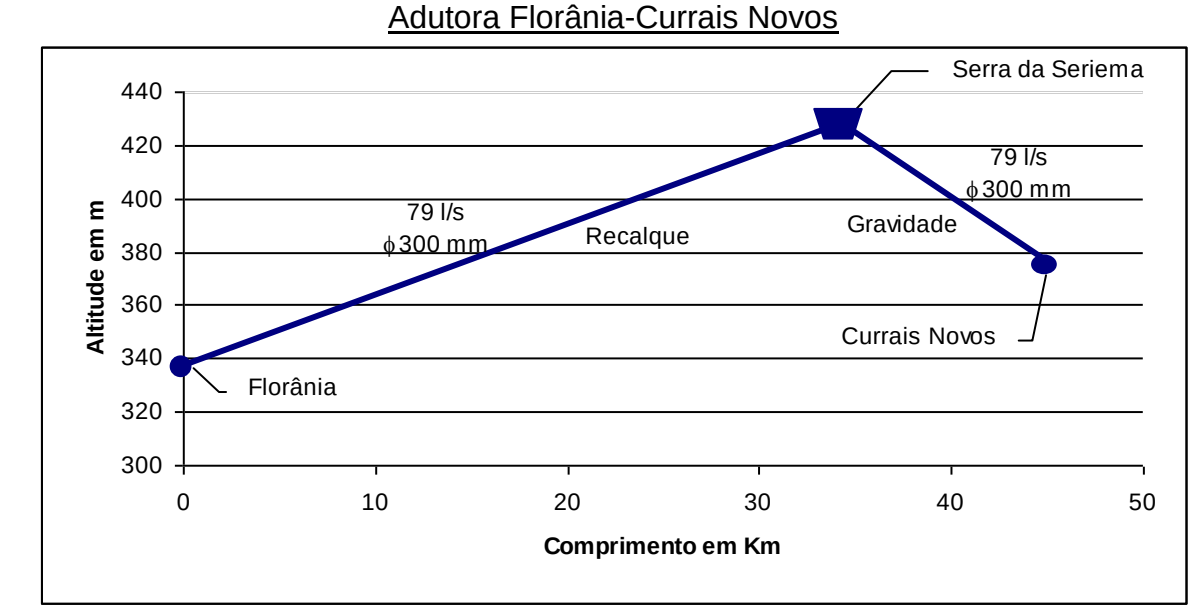


Figura 38 – Esquema da adutora Florânia-Currais Novos

4.10.5 – CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

4.10.5.1 – Central hidrelétrica Oiticica

- Vazão turbinada: 11.185,1 l/s (efluente)
- Carga manométrica: 20 m.c.a.
- Rendimento: 80%
- Potência gerada: 1.754,9 kW

4.10.5.2 – Central hidrelétrica Armando Ribeiro Gonçalves (ARG)

- Vazão turbinada:
  - Mínima: 14.110,2 l/s
  - Máxima: 17.800 l/s
- Carga manométrica.: 25 m.c.a.
- Rendimento: 80%
- Potência gerada:
  - Mínima: 2.767,3 kW
  - Máxima: 3.490,9 kW

5 – CONCLUSÕES

5.1 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a literatura pesquisada, no passado, a base econômica da região estudada centrava-se na agricultura, cuja cultura principal era o algodão, geralmente consorciado com o milho, o feijão e a banana, salientando que, nos últimos anos, a produção da banana tem-se intensificado no Vale do Açu, cultivada, a exemplo do melão, através de irrigação. Além disso, estavam também presentes na região as indústrias têxteis, de cerâmica e de mineral.

Atualmente, a bovinocultura constitui o segmento mais importante da produção animal no Seridó, representando o ramo leiteiro e seus produtos alimentares derivados (queijos, nata e manteiga-da-terra) a principal exploração, seguido pela famosa carne-de-sol da região seridoense, e, em menor grau, pela atividade industrial, relativamente diversificada.

As baixas precipitações pluviométricas em relação aos grandes índices de evaporação existentes na região Seridó (déficit hídrico) não justificam a construção de mais açudes, visto que o número atual destes na região é satisfatório.

Embora os resultados demonstrem que aproximadamente 98% da população urbana dos municípios da região Seridó/RN sejam abastecidas de água pela CAERN, através de subsistemas, faz-se necessário intensificar o acesso à água, ampliando-o também às comunidades rurais, cujo principal Programa do Governo do Estado do Rio Grande do Norte é o de adutoras, através do PROÁGUA SEMI-ÁRIDO. No entanto, tal Programa não é auto-sustentável, motivo pelo qual ora se apresenta o PRHS como resultado deste trabalho, solução viável à implantação.

O confronto entre a oferta e a demanda revelou que o problema do adequado suprimento hídrico das demandas consuntivas é localizado em alguns municípios da região Seridó/RN, mas que, no global, há *superávit* hídrico na bacia hidrográfica do rio Seridó/RN.

Pelos resultados, conclui-se que há grande disponibilidade de água na região, sendo possível, de forma sustentável, a sua utilização para abastecimento humano, sem a necessidade de importar água de outras bacias hidrográficas exógenas à da

região (bacia do Piranhas-Açu/RN), ratificando, assim, o que afirmou GUIMARÃES Jr. (2005) quanto à gestão das águas no SAB[83], em que pese o baixo coeficiente de deflúvio médio[84] da bacia hidrográfica do rio Seridó/RN.

Dessa forma, a implantação do PRHS promoverá o acesso democrático à água por toda a população da região Seridó, no RN, e o seu desenvolvimento sustentável, aproveitando o potencial da energia hídrica: a mais limpa, renovável e de menor custo. O PRHS é, portanto, viável, visto que reduz significativamente os efeitos das secas na região Seridó, embasado nos princípios de sustentabilidade econômica, social e ambiental.

Sendo o abastecimento humano prioritário, na forma da legislação específica, a situação da "seca" se agrava na agricultura de subsistência (sequeiro) muito comum na região em estudo. Com a execução desse Plano (PRHS), a primeira demanda hídrica é atendida, de forma direta; e a segunda, por conseqüinte, pela liberação dos demais reservatórios (pequenos e médios açudes) para a produção agrícola, através da irrigação.

A proposta desse estudo foi, portanto, planejar a utilização e o manejo dos recursos hídricos na bacia do rio Seridó norte-riograndense, com vistas ao abastecimento humano e, indiretamente, também à irrigação, de modo integrado e sustentável, com o aproveitamento de todo o potencial hídrico superficial existente na região.

5.2 – SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES

A seguir, são sugeridas e recomendadas algumas ações, que poderão, em futuras pesquisas correlacionadas ao tema e/ou à região, contribuir de forma significativa à complementação desse trabalho:

- intensificar ações governamentais para combater a desertificação e o assoreamento dos recursos hídricos disponíveis da região;

- verificar se as prefeituras dos municípios da região estudada estão coletando e dispondo o lixo urbano em locais ambientalmente adequados, orientando-as, se necessário;

- disciplinar e controlar o uso de agrotóxicos e fertilizantes na região;

---

[83] Ver subitem 2.4 – A Gestão das águas no semi-árido brasileiro, p. 59.
[84] Ver Tabela 6, p. 119.

- monitorar a salinidade dos principais açudes da região em estudo, através de medições periódicas da condutividade elétrica;

- estudar a potencialidade dos açudes com vistas à irrigação na região;

- com a liberação dos açudes para a irrigação, efetuar estudo específico do solo, visando ao plantio de oleaginosas, para a produção de biocombustíveis, de forma sustentável (agronegócio), considerando o atual incentivo do governo federal ao planio da mamona, por exemplo, através do Plano Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), além da agricultura familiar e da piscicultura;

- implantar um Programa de redução de desperdício e racionalização do uso da água, de modo a conscientizar as comunidades da importância desse recurso natural renovável;

- estudar a possibilidade de construção de barragens subterrâneas ao longo do rio Seridó, RN, para o aproveitamento do solo úmido, como alternativa tecnológica à agricultura.

Considerando a escassez apresentada e a baixa descarga regularizada[85] nos açudes Caldeirão e Boqueirão de Parelhas, sugere-se também que, nos trabalhos correlatos seguintes a este, seja averiguada tal informação e analisado o motivo, a fim de verificar se a causa principal é mesmo o conflito de uso, como informado no subitem 4.3.

A partir dos resultados obtidos e das considerações efetuadas nesse trabalho, programas de gestão e estudos hidráulicos detalhados das obras deverão ser realizados, com levantamento de alternativas e dimensionamento detalhado das adutoras, reservatórios, estações elevatórias e usinas hidrelétricas, tendo como base um amplo levantamento de dados da região: topográficos, pedológicos e sócio-econômicos.

Recomenda-se que nesse estudo seja dada ênfase ao aspecto de viabilidade técnico-econômica dos projetos, sem perder do foco a sustentabilidade dos sistemas a serem implantados.

Por fim, recomenda-se também que seja priorizado o desenvolvimento de um Programa de Educação Ambiental junto às comunidades e usuários ribeirinhos da região, além da necessidade de um trabalho contínuo de monitoramento das águas

[85] Cf. Anexo B, p. 165.

e da política de saneamento pelo governo, inclusive com alternativas tecnológicas, de baixo custo, para coleta e tratamento dos esgotos domésticos, com o objetivo de melhorar a qualidade e evitar, por conseguinte, a poluição dos recursos hídricos disponíveis na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J. C. de. *Riscos de eutrofização de pequenos açudes no semi-árido.* In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 5, 2000. Anais... Natal, RN: ABRH, 2000. v. 1, p. 214-221.

ARAÚJO, W. C. de.; ARAÚJO, J. C. de. *Avaliação dos custos de água bruta associados a diversas garantias na bacia do rio Paraíba.* In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 5, 2000. Anais... Natal, RN: ABRH, 2000. v. 1, p. 451-458.

ASA. *Articulação no Semi-Árido brasileiro.* Apresentação modificada pela Diaconia. In: Encontro Regional – A Gestão de Águas do Semi-Árido. Fórum Nacional de Comitês de Bacias Hidrográficas: Natal, RN. Abr, 2006.

AZEVEDO, L. G. T. de.; *et al. Transferência de água entre bacias hidrográficas.* Série Água Brasil – Brasília: Banco Mundial, 2005. v. 7, 93p.il. (Acervo da Biblioteca da ANA).

AZEVEDO NETO, J. M. de.; ALVAREZ, G. A. *Manual de hidráulica.* São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

BRAGA, A. C. F. M.; FIGUEIREDO, E. E. *Necessidade de avaliação dos efeitos das variações do clima e uso do solo sobre o escoamento nas bacias do semi-árido nordestino.* In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 5, 2000. Anais... Natal, RN: ABRH, 2000. v. 1, p. 683-689.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Indicadores de desenvolvimento sustentável:* Brasil 2002, IBGE, Diretoria de Geociências– Rio de Janeiro: IBGE, 2000. 195p. (Estudos e pesquisas. Informação geográfica, ISSN 1517-1450; n.º 2).

_____. Ministério da Saúde. Organização Pan-Americana da Saúde. *Avaliação de impacto na saúde das ações de saneamento: marco conceitual e estratégia metodológica.* Organização Pan-Americana da Saúde – Brasília: Ministério da Saúde, 2004. 116 p.: il.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. *Recursos hídricos: conjunto de normas legais.* Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 243p.

CARVALHO FILHO, J. de. *Planejamento do uso da água de um pequeno açude da região do Seridó (RN): Dissertação de Mestrado.* Natal, RN: UFRN, 2002. 125p.

CARVALHO, F. P. de. *Os índices de desenvolvimento humano e a gestão das águas no nordeste brasileiro. In:* Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 5, 2000. Anais... Natal, RN: ABRH, 2000. v. 1, p. 443-447.

CEF. Caixa Econômica Federal. *Relatório ambiental*. 2005. Disponível no site: www.sistemas.sudup.mz.caixa/politica_ambiental.

_____. Universidade Corporativa da Caixa Econômica Federal. *Conhecendo a responsabilidade social empresarial.* Curso à distância. Acessado em OUT/2006.

CIRILO, J. A.; *et al. Soluções para o suprimento de água de comunidades rurais difusas no semi-árido brasileiro: avaliação de barragens subterrâneas.* RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 2003. Volume 8, nº 4 Out/Dez 2003, 5-24.

CONEJO, J. G. L. *Situação dos recursos hídricos no semi-árido.* Apresentação da Agência Nacional de Águas (ANA). In: Encontro Regional – A Gestão de Águas do Semi-Árido. Fórum Nacional de Comitês de Bacias Hidrográficas: Natal, RN. Abr, 2006.

COSTA, W. D.; *et al. Monitoramento das barragens subterrâneas.* In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 5, 2000. Anais... Natal, RN: ABRH, 2000. v. 1, p. 168-176.

DACACH, N. G. *Saneamento básico.* Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979.

DELIVERY Natal. Revista: Leite, o ouro branco do RN. Especial do Sindicato das Usinas de Leite Pasteurizado (SINDLEITE), Ano II – Nº 18, OUT/2006.

EXAME. Anuário. Infra-estrutura, 2006-2007: Editora Abril. Nov, 2006.

FERREIRA, M. C. F; SANTOS, I. A. dos. *Sociedade civil, participação e o debate sobre a transposição do rio São Francisco.* In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 5, 2000. Anais... Natal, RN: ABRH, 2000. v. 1, p. 539-545.

FNS. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de saneamento.* 3ª ed. rev. – Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004. 408 p.

FOCO. A Revista do RN. Ano VII – Nº 86, de 25/05/2007: Natal, RN, p. 36.

FONTES, A. S.; OLIVEIRA, J. I. R. de.; MEDEIROS, Y. D. P. *A evaporação em açudes no semi-árido nordestino do Brasil e a gestão das águas.* In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 15, 2003. Anais... Curitiba, PR: ABRH, 2003. Cd-rom.

FONTES, L. C. *Transposição, semi-árido e a gestão de recursos hídricos da bacia do rio São Francisco.* Apresentação da Secretaria Executiva do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (CBHSF), Salvador. In: Encontro Regional – A Gestão de Águas do Semi-Árido. Fórum Nacional de Comitês de Bacias Hidrográficas: Natal, RN. Abr, 2006.

GALLEGO, C. E. C.; *et al. Diretrizes para a elaboração de planos de recursos hídricos. Simpósio* de Recursos Hídricos do Nordeste, 5, 2000. Anais... Natal, RN: ABRH, 2000. v. 1, p. 495-501.

GALVÃO, C. O, CLARKE, R. T. *Avaliação da previsão de precipitação sazonal no Nordeste do Brasil na escala de bacia hidrográfica.* Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 13, 1999. Belo Horizonte, MG: ABRH, 1999. Meio digital.

GRUBEN, A.; LOPES, P. D. *A bacia do rio Piranhas-Açu, Rio Grande do Norte – 2001.* Relatórios preliminares 2001. Projeto Marca D'água. Núcleo de Pesquisa em Políticas Públicas. Edifício da FINATEC. Campus Universitário Darcy Ribeiro: Brasília, DF, 2002.

GUIMARÃES Jr., J. A. Disciplina "Hidrologia Operacional". *Avaliação dos recursos hídricos e Modelos hidrológicos de balanço hídrico.* Notas de Aula. PPgES. UFRN: Natal, RN, 2004.

_____. Disciplina "Gestão de Recursos Hídricos". *A Sustentabilidade Hídrica do Semi-Árido: Avanços Tecnológicos.* Notas de Aula. PPgES. UFRN: Natal, RN, 2005.

_____. Disciplina "Gestão de Recursos Hídricos". *Fundamentos da Gestão dos Recursos Hídricos.* Notas de Aula. PPgES. UFRN: Natal, RN, 2005.

_____. Disciplina "Gestão de Recursos Hídricos". *A Transposição do Rio São Francisco não é solução e uma reforma hídrica é a alternativa: debate na Conferência Nacional dos Bispos do Brasil.* 2005. Nota Técnica. PPgES. UFRN: Natal, RN, 2005.

GUIMARÃES Jr., J. A.; *et al. A transposição do rio São Francisco e o RN.* In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 5, 2000. Anais... Natal, RN: ABRH, 2000. v. 1, p. 363-368.

GUIMARÃES Jr., J. A.; MELO, J. M. B. G.; RIGHETTO, A. M. *Curvas de garantia para operação com fins múltiplos do açude Cruzeta-RN.* In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 5, 2000. Anais... Natal, RN: ABRH, 2000. v. 2, p. 656-671.

LEI ESTADUAL nº 6.908. *Política Estadual de Recursos Hídricos, 01 de julho de 1996.*

LEI FEDERAL nº 9.433. *Política Nacional de Recursos Hídricos, 08 de janeiro de 1997.*

LEI FEDERAL nº 9.984. ANA – *Agência Nacional de Água, 17 de julho de 2000.*

LIMA, H. V. C. L. *et al*. *Desenvolvimento Sustentável através da região participativa dos recursos hídricos no semi-árido.* In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 5, 2000. Anais... Natal, RN: ABRH, 2000. v. 1, p. 413-420.

LINSLEY, R. K.; FRANZINI, J. B. *Engenharia de recursos hídricos; tradução e adaptação: Luiz Américo Pastorino.* São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, Ed. da Universidade de São Paulo, 1978.

LISBOA, R. de A.; *et al. Características hidrodinâmicas dos poços do aqüífero do calcário Jandaíra situados na região de maior concentração de áreas irrigadas*

da Chapada do Apodi. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 5, 2000. Anais... Natal, RN: ABRH, 2000. v. 1, p. 16-23.

LUCHINI, A. de M. *A experiência internacional em gestão de recursos hídricos: algumas considerações para o Brasil.* In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 5, 2000. Anais... Natal, RN: ABRH, 2000. v. 1, p. 467-474.

MAGALHÃES Jr., A. P.; NETTO, O. de M. C. ; NASCIMENTO, N. de O. O*s indicadores como instrumentos potenciais de gestão das águas no atual contexto legal-institucional do Brasil – Resultados de um painel de especialistas.* Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH, v.8, n.º 4: ABRH, 2003. p. 49-67 (disponível em Cd-rom).

MATTOS, K. M. da C.; MATTOS, A. *Métodos de valoração ambiental para obtenção do valor econômico total do meio ambiente: uma abordagem conceitual.* In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 5, 2000. Anais... Natal, RN: ABRH, 2000. v. 1, p. 401-410.

MDA. Ministério do Desenvolvimento Agrário. *Reforma agrária e desenvolvimento sustentável* / Ministério do Desenvolvimento Agrário. Pedro Sisnando Leite *et al*. (orgs.). Brasília: Paralelo 15/Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento / Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2000. 382 p.

MEDEIROS, J. D. F. de; SANTOS, N. C. F.; GUEDES, F. X.; SANTOS, M. de F. dos*. Análise da precipitação e do escoamento superficial na bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu-RN*. Natal, RN: EMPARN, 1998. 32 p. (Documentos; 29).

MELO, J. M. B. G. de. *Curvas de garantia para operação de açudes com fins múltiplos: Dissertação de Mestrado.* Natal, RN: UFRN, 2002. 100 p.

MMA. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. *Recursos hídricos no Brasil.* Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília, DF: Abril, 1998.

_____. Ministério do Meio Ambiente. *Linhas gerais para a concepção.* In: Seminário de Apresentação da Concepção Preliminar do Proágua Nacional. Coordenação do PROÁGUA NACIONAL. SAIN, IBAMA, Sede DIREC: Brasília, DF, Novembro, 1999.

_____. Ministério do Meio Ambiente. *Documento de introdução: plano nacional de recursos hídricos – Iniciando um processo de debate nacional.* Centro de Informação, Documentação Ambiental e Editoração. Esplanada dos Ministérios: Brasília, DF, 2004. 50 p.

_____. Ministério do Meio Ambiente. *Programa água doce.* Apresentação da Secretaria de Recursos Hídricos, SRH. In: Encontro Regional – A Gestão de Águas do Semi-Árido. Fórum Nacional de Comitês de Bacias Hidrográficas: Natal, RN. Abr, 2006.

_____. Ministério do Meio Ambiente. *Água, fatos e tendências.* Publicação em parceria do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) com *World Business Coucil for Sustainable*

Development (WBCSD) e com a Agência Nacional de Águas (ANA): Brasília, DF, [2006], 32 p.

NUNES, E. *"Aspectos morfo-estruturais, fisiográficos e de coberturas de alterações intempéricas da grande Natal (RN) como base para macrozoneamento Geo-ambiental"*. 1996. 191f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro.

OLIVEIRA, M. *Projeto de Implantação de um Sistema de Cooperação em Produção de Alimentos, em Bases Sustentáveis, no município de Serra Negra do Norte/RN, com ênfase na Agricultura Familiar.* MEC/ESAM. 2003.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. *Relatório de desenvolvimento humano 2006.* Brasil: 2006 (disponível no site: www.pnud.org.br).

_____. *Idéia de que o Brasil é o paraíso das águas é um mito.* Entrevista: Brasília, 11/12/2006.

_____. *Relatório de Desenvolvimento Humano.* Brasil. Notícias, Brasília, 15/02/2007.

RIGHETTO, A. M.; GUIMARÃES Jr., J. A. *Utilização ótima dos recursos hídricos superficiais do estado do Rio Grande do Norte.* In: Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH, v.8, n.º 2: ABRH, 2003. p. 18-28.

RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos – SERHID. *Diagnóstico e plano de monitoramento e controle da qualidade das águas superficiais da região do Seridó – RN..* Natal: SERHID/RN, 1996.

_____. Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos – SERHID. *Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte – PERH/RN.* Natal, RN. Nov,1998.

_____. Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos – SERHID. *Comitê de bacias hidrográficas: instrumento da gestão dos recursos hídricos nas mãos da comunidade.* Natal: Revista, 2002.

_____. Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos – SERHID. *Programa estadual de desenvolvimento sustentável e convivência com o semi-árido potiguar: relatórios de identificação e de andamento.* Natal: SERHID/RN, 2004.

_____. Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos – SERHID. *Águas potiguares: açudes públicos.* Natal: SERHID/RN, 2006, v.1.

_____. Secretaria de Planejamento e das Finanças – SEPLAN e Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA: *Plano de Desenvolvimento Sustentável do Seridó – PDSS/RN. Diagnóstico e Estratégia, Programas e Projetos e Sistema de Gestão.* Caicó, RN. 2000. v.1 e 2.

SANTOS, N. C. F. *et al. Caracterização morfológica e cadastro dos açudes na bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu-RN.* Natal, RN: EMPARN, 2005. 26 p. (Documentos; 28).

SCIENTEC – Associação para o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia (1998). *Plano Diretor de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte-Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas – Açu no Território Paraibano.*

SILVA, D. A. da; RÊGO NETO, J. *Avaliação de barragens subterrâneas para fins de exploração agrícola*. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 9., 1991, Natal. Anais... Fortaleza, CE: ABID, 1992. p. 335-361.

SILVA, F. B. R. E. e*t al*. *Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossócio-econômico*. Petrolina, PE: Embrapa-CPATSA, Recife, PE: Embrapa-CNPS, Coordenadoria Regional Nordeste, 1993. v.1, il.

SILVA, S. M. P. da. *A distribuição espacial das reservas hídricas subterrâneas do Nordeste e a transposição do rio São Francisco.* In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 5, 2000. Anais... Natal, RN: ABRH, 2000. v. 1, p. 47-55.

SILVA, T. C. da. *et al. Planejamento dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Gramame, uma bacia litorânea do nordeste brasileiro.* In: Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH, v.7, n.º 4: ABRH, 2002. p. 121-134.

STACCIARINI, R.; PATERNIANI, J. E. S.; SILVA, G. D. *Espacialização de resultados analíticos em monitoramento de recursos hídricos.* In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 5, 2000. Anais... Natal, RN: ABRH, 2000. v.1, p. 637-642.

TAYRA, F. *A relação entre o mundo do trabalho e o meio ambiente: limites para o desenvolvimento sustentável.* Scripta Nova, Revista Eletrônica de Geografia y Ciências Sociales, Universidad de Barcelona, vol .VI, n.º 119 (72), 2002. [ISSN 1138-9788]. Disponível: http: //www.ub.es/geocrit/sn/sn119-72.htm.

VIEIRA, V. P. P. B. *Recursos hídricos e o desenvolvimento sustentável do semi-árido nordestino.* In: Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH, v.1, n.º 1: ABRH, 1996. p. 89-107 (disponível em Cd-rom).

_____. *Sustentabilidade do semi-árido brasileiro: desafios e perspectivas.* In: Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH, v.7, n.º 4: ABRH, 2002. p. 105-112 (disponível em Cd-rom).

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. *Hidrologia aplicada.* São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

Páginas eletrônicas consultadas:

http://www.ana.gov.br
http://www.caern.rn.gov.br
http://www.ct.ufes.br/revista/
http://www.emparn.rn.gov.br/links/publicacoes/Doc_28.pdf
http://www.emparn.rn.gov.br/links/publicacoes/Doc_29.pdf
http://www.emparn.rn.gov.br/links/rec_hidricos/acudes/tabela_acudes.html
http://www.opas.org.br/ambiente/
http://www.opas.org.br/sistema/arquivos/Mnl_Impac.pdf
http://www.opas.org.br/sistema/fotos/agua.pdf
http://www.pnud.org.br
http://www.rn.gov.br/secretarias/idema
http://www.rn.gov.br/secretarias/serhid
http://www.semarh.rn.gov.br/consulta/AcudesPrincipal.asp
http://www.deliverynatal.com.br

APÊNDICE

Planilha A – Produto Interno Bruto – PIB *a preços correntes* (2001 a 2004)

Unidades da Federação do Nordeste	PIB dos estados do Nordeste a preços correntes (R$ 1.000,00)				Percentagem (Ano 2004)
	2001	2002	2003	2004	Em nível estadual/regional (%)
Nordeste	**157.301.960**	**181.932.855**	**214.597.848**	**248.445.303**	**100,00**
Maranhão	10.293.103	11.419.649	13.983.802	16.547.449	6,66
Piauí	5.574.648	6.165.848	7.325.106	8.611.415	3,47
Ceará	21.581.141	24.203.764	28.425.175	33.260.672	13,39
Rio G. Norte	**9.833.650**	**11.633.212**	**13.695.517**	**15.906.124**	**6,40**
Paraíba	10.271.930	11.634.121	13.710.913	14.863.057	5,98
Pernambuco	31.724.962	36.510.039	42.260.926	47.697.442	19,20
Alagoas	7.569.188	8.767.282	10.325.908	11.556.232	4,65
Sergipe	8.204.018	9.496.187	11.704.013	13.120.855	5,28
Bahia	52.249.320	62.102.753	73.166.488	86.882.057	34,97

Fonte dos dados: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais

Nota: Inclusos dados do Distrito Estadual de Fernando de Noronha e do Distrito Federal

Planilha B – Produto Interno Bruto – PIB *per capita* Regiões do Brasil (2001 a 2004)

Grandes Regiões, Unidades da Federação e Municípios	Produto Interno Bruto - PIB *per capita* (R$)				Percentagem (Ano 2004)			
	2001	2002	2003	2004	Em nível regional/ nacional (%)	Em nível estadual/ regional (%)	Em nível municipal/ estadual (%)	Em nível municipal/ regional (%)
Brasil	**6.896**	**7.631**	**8.694**	**9.729**	**100,00**	**-**	**-**	**-**
Norte	**4.254**	**4.939**	**5.512**	**6.500**	**66,81**	**-**	**-**	**-**
Nordeste	**3.233**	**3.695**	**4.306**	**4.927**	**50,64**	**100,00**	**-**	**-**
Maranhão	1.781	1.949	2.354	2.748	-	55,77	-	-
Piauí	1.930	2.113	2.485	2.892	-	58,70	-	-
Ceará	2.833	3.129	3.618	4.170	-	84,64	-	-
Rio Grande do Norte	**3.462**	**4.039**	**4.688**	**5.370**	**-**	**108,99**	**100,00**	**-**
Acari	2.153	2.601	2.649	3.089	-	-	57,52	62,70
Caicó	2.319	2.638	2.552	2.995	-	-	55,77	60,79
Carnaúba dos Dantas	2.053	2.374	2.300	2.664	-	-	49,61	54,07
Cruzeta	1.965	2.093	2.432	2.827	-	-	52,64	57,38
Currais Novos	2.122	2.614	2.506	2.834	-	-	52,77	57,52
Equador	2.146	2.120	2.428	2.438	-	-	45,40	49,48
Florânia	1.422	1.866	1.827	2.522	-	-	46,96	51,19
Ipueira	2.024	2.290	2.420	2.797	-	-	52,09	56,77
Jardim do Seridó	2.749	2.908	2.761	3.164	-	-	58,92	64,22
Lagoa Nova	1.499	1.843	1.803	2.081	-	-	38,75	42,24
Ouro Branco	2.260	2.088	4.346	4.677	-	-	87,09	94,93
Parelhas	1.722	2.282	2.419	2.673	-	-	49,78	54,25
Santana do Seridó	2.845	2.499	2.548	3.000	-	-	55,87	60,89
São Fernando	2.098	2.106	2.458	2.870	-	-	53,45	58,25
São João do Sabugi	1.914	2.074	2.350	2.758	-	-	51,36	55,98
São José do Seridó	2.198	2.372	2.897	3.400	-	-	63,31	69,01
São Vicente	1.744	2.148	1.967	2.214	-	-	41,23	44,94
Ten Laurentino Cruz	1.937	2.260	2.180	2.489	-	-	46,35	50,52
Média do Seridó	**2.065**	**2.288**	**2.491**	**2.861**	**-**	**-**	**53,27**	**58,06**
Paraíba	2.946	3.311	3.872	4.165	-	84,53	-	-
Pernambuco	3.938	4.482	5.132	5.730	-	116,30	-	-
Alagoas	2.631	3.012	3.505	3.877	-	78,69	-	-
Sergipe	4.469	5.082	6.155	6.782	-	137,65	-	-
Bahia	3.936	4.631	5.402	6.350	-	128,88	-	-
Sudeste	**9.240**	**10.086**	**11.257**	**12.540**	**128,89**	-	-	-
Sul	**8.326**	**9.156**	**10.998**	**12.081**	**124,18**	-	-	-
Centro-Oeste	**7.176**	**8.166**	**9.278**	**10.394**	**106,84**	-	-	-

Fonte dos dados: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais

Nota: Inclusos dados do Distrito Estadual de Fernando de Noronha e do Distrito Federal

Planilha C – Distritos com algum serviço de saneamento básico (2000)

Grandes Regiões, Unidades da Federação, Regiões Metropolitanas e Municípios das Capitais	Total de distritos	Distritos com algum serviço de saneamento básico (2000)							
		Total	Tipo de serviço				Percentagem		
			Rede geral de distribuição de água	Rede coletora de esgoto	Limpeza urbana e coleta de lixo	Drenagem urbana	Em nível local (%)	Em nível regional (%)	Em nível nacional (%)
Brasil	**9.848**	**9.262**	**8.656**	**4.097**	**8.381**	**5.758**	**94,05**	**-**	**-**
Norte	**607**	**549**	**512**	**35**	**512**	**245**	**90,44**	**-**	**5,57**
Nordeste	**3.084**	**2.871**	**2.550**	**933**	**2.714**	**1.417**	**93,09**	**-**	**29,15**
Maranhão	244	218	204	6	204	109	89,34	7,07	2,21
São Luís	1	1	1	1	1	1	100,00	0,03	0,01
R. Met. S. Luís	5	5	5	1	2	2	100,00	0,16	0,05
Piauí	221	221	200	3	217	211	100,00	7,17	2,24
Teresina	1	1	1	1	1	1	100,00	0,03	0,01
Ceará	760	624	470	108	551	145	82,11	20,23	6,34
Fortaleza	5	5	5	5	5	5	100,00	0,16	0,05
R. Met.Fortaleza	73	63	38	12	57	19	86,30	2,04	0,64
Rio G. Norte	**186**	**175**	**166**	**53**	**171**	**14**	**94,09**	**5,67**	**1,78**
Natal	1	1	1	1	1	1	100,00	0,03	0,01
Reg. Met. Natal	8	8	8	5	7	3	100,00	0,26	0,08
Paraíba	283	277	252	131	268	191	97,88	8,98	2,81
João Pessoa	1	1	1	1	1	1	100,00	0,03	0,01
Pernambuco	381	371	315	260	359	251	97,38	12,03	3,77
Recife	1	1	1	1	1	1	100,00	0,03	0,01
Reg. Met.Recife	24	24	24	14	23	21	100,00	0,78	0,24
Alagoas	114	114	113	40	113	92	100,00	3,70	1,16
Maceió	1	1	1	1	1	1	100,00	0,03	0,01
Reg.Met.Maceió	11	11	11	6	11	10	100,00	0,36	0,11
Sergipe	83	82	80	50	80	73	98,80	2,66	0,83
Aracaju	1	1	1	1	1	1	100,00	0,03	0,01
Bahia	812	789	750	282	751	331	97,17	25,58	8,01
Salvador	1	1	1	1	1	1	100,00	0,03	0,01
R. Met. Salvador	17	16	16	9	16	14	94,12	0,52	0,16
Sudeste	**3.115**	**3.080**	**3.008**	**2.544**	**2.846**	**2.256**	**98,88**	**-**	**31,28**
Sul	**2.342**	**2.127**	**1.967**	**501**	**1.746**	**1.503**	**90,82**	**-**	**21,60**
Centro-Oeste	**700**	**635**	**619**	**84**	**563**	**337**	**90,71**	**-**	**6,45**

Fonte dos dados: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Departamento de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000.
Nota: Um mesmo distrito pode apresentar mais de um tipo de serviço de saneamento básico

1) Rio Grande do Norte (RN)

   ⇨ rede de abastecimento de água: 166/186 = 0,893 (89,3%);

   ⇨ rede coletora de esgoto: 53/186 = 0,285 (28,5%).

2) Nordeste (NE)

   ⇨ rede de abastecimento de água: 2.550/3.084 = 0,827 (82,7%);

   ⇨ rede coletora de esgoto: 933/3.084 = 0,303 (30,3%).

3) Brasil (BR)

   ⇨ rede de abastecimento de água: 8.656/9.848 = 0,879 (87,9%);

   ⇨ rede coletora de esgoto: 4.097/9.848 = 0,416 (41,6%).

Planilha D – Produção agrícola da bacia do rio Seridó, RN (Ano 2000)

Municipio	Arroz (em casca)		Fava (em grão)		Feijão (em grão)		Mandioca		Melancia		Melão	
	Área (ha)	Quant. (t)	Área (ha)	Quant. (t)	Área (ha)	Quant. (t)	Área (ha)	Quant. (t)	Área (ha)	Quant. (un)	Área (ha)	Quant. (un)
Acari	-	-	-	-	280	224	-	-	10	20.000	1	10.000
Caicó	25	35	-	-	300	180	-	-	-	-	-	-
Carnaúba dos Dantas	-	-	-	-	200	80	-	-	-	-	-	-
Cruzeta	-	-	-	-	237	142	-	-	-	-	-	-
Currais Novos	-	-	-	-	1.400	840	50	300	-	-	-	-
Equador	-	-	-	-	120	48	7	70	-	-	-	-
Florânia	-	-	300	75	1.200	720	250	2.500	-	-	-	-
Ipueira	10	15	-	-	80	56	-	-	-	-	-	-
Jardim do Seridó	10	15	-	-	180	108	-	-	-	-	-	-
Lagoa Nova	-	-	420	105	1.600	960	400	4.000	-	-	-	-
Ouro Branco	20	30	-	-	150	90	-	-	-	-	-	-
Parelhas	6	9	-	-	250	100	-	-	-	-	-	-
Santana do Seridó	2	3	-	-	45	27	-	-	-	-	-	-
São Fernando	5	7	-	-	75	45	-	-	-	-	-	-
São João do Sabugi	12	18	-	-	60	36	-	-	-	-	-	-
São José do Seridó	5	7	-	-	150	90	-	-	-	-	-	-
São Vicente	-	-	200	50	640	384	150	1.500	-	-	-	-
Ten. Laurentino Cruz	-	-	100	30	500	300	800	9.600	-	-	-	-
Totais e Média	**95**	**139**	**1.020**	**260**	**7.467**	**4.430**	**1.657**	**17.970**	**10**	**20.000**	**1**	**10.000**

Fonte: Anuário estatístico do RN (2002)

Planilha D – Produção agrícola da bacia do rio Seridó, RN (Ano 2000) – Continuação

Municipio	Milho (em grão)		Tomate		Abacate		Algodão arbóreo[1]		Banana		Castanha de caju	
	Área (ha)	Quant. (t)	Área (ha)	Quant. (t)	Área (ha)	Quant.(un)	Área (ha)	Quant.(t)	Área (ha)	Quant. (cachos)	Área (ha)	Quant. (t)
Acari	280	196	-	-	-	-	-	-	10	16.000	-	-
Caicó	300	240	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3
Carnaúba dos Dantas	200	77	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1
Cruzeta	359	180	10	300	-	-	-	-	-	-	-	-
Currais Novos	1.346	673	45	1.350	-	-	3	1	-	-	24	7
Equador	180	108	-	-	-	-	-	-	-	-	93	32
Florânia	1.200	600	-	-	-	-	-	-	-	-	150	75
Ipueira	80	64	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1
Jardim do Seridó	200	160	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1
Lagoa Nova	1.600	1.120	-	-	-	-	-	-	-	-	3.300	2.640
Ouro Branco	150	120	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1
Parelhas	300	180	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1
Santana do Seridó	45	36	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1
São Fernando	80	64	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
São João do Sabugi	70	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São José do Seridó	150	120	8	240	-	-	43	8	2	4.000	15	3
São Vicente	420	210	12	360	4	80.000	8	1	-	-	697	348
Ten. Laurentino Cruz	481	241	-	-	-	-	-	-	-	-	1.139	570
Totais e Média	**7.441**	**4.445**	**75**	**2.250**	**4**	**80.000**	**54**	**10**	**12**	**20.000**	**5.444**	**3.685**

Fonte: Anuário estatístico do RN (2002)
(*) Em caroço

Planilha D – Produção agrícola da bacia do rio Seridó, RN (Ano 2000) – Continuação

Municipio	Coco-da-baía		Goiaba		Laranja		Limão		Manga		Maracujá	
	Área (ha)	Quant. (un)	Área (ha)	Quant. (un)	Área (ha)	Quant. (un)	Área (ha)	Quant. (un)	Área (ha)	Quant. (un)	Área (ha)	Quant. (un)
Acari	20	80.000	8	256.000	-	-	-	-	23	460.000	-	-
Caicó	14	56.000	5	178.000	2	26.000	1	15.000	4	76.000	-	-
Carnaúba dos Dantas	11	31.000	3	75.000	1	40.000	1	40.000	14	280.000	-	-
Cruzeta	7	31.000	1	60.000	-	-	-	-	3	198.000	-	-
Currais Novos	72	288.000	11	270.000	-	-	-	-	67	1.870.000	7	280.000
Equador	5	23.000	20	360.000	-	-	-	-	4	100.000	-	-
Florânia	14	28.000	18	630.000	-	-	-	-	29	1.450.000	-	-
Ipueira	2	8.000	-	-	-	-	-	-	2	120.000	-	-
Jardim do Seridó	17	51.000	-	-	-	-	-	-	5	145.000	-	-
Lagoa Nova	6	24.000	3	70.000	-	-	1	11.000	15	234.000	5	150.000
Ouro Branco	9	27.000	1	25.000	1	15.000	1	35.000	28	700.000	-	-
Parelhas	11	22.000	3	60.000	-	-	-	-	13	260.000	-	-
Santana do Seridó	5	20.000	-	-	-	-	-	-	2	60.000	-	-
São Fernando	3	9.000	-	-	-	-	-	-	1	50.000	-	-
São João do Sabugi	3	12.000	1	33.000	-	-	-	-	1	60.000	-	-
São José do Seridó	6	24.000	3	33.000	-	-	-	-	8	472.000	-	-
São Vicente	6	24.000	13	325.000	-	-	1	25.000	20	1.200.000	1	30.000
Ten. Laurentino Cruz	2	5.000	4	128.000	-	-	-	-	8	240.000	-	-
Totais e Média	**213**	**763.000**	**94**	**2.503.000**	**4**	**81.000**	**5**	**126.000**	**247**	**7.975.000**	**13**	**460.000**

Fonte: Anuário estatístico do RN (2002)

Planilha E – Índice de Qualidade das Águas – IQA (Ano 2005)

Açude	IQA (Ano 2005)			Qualidade da água
	1º semestre	2º semestre	Média por açude	
Carnaúba	56	66	61	boa/boa
Marechal Dutra	66	66	66	boa/boa
Dourado	57	77	67	boa/boa
Sabugi	66	71	69	boa/boa
Passagem das Traíras	82	71	77	ótima/boa
Caldeirão de Parelhas	81	74	78	ótima/boa
Cruzeta	76	81	79	boa/ótima
Boqueirão de Parelhas	84	77	81	ótima/boa
Zangarelhas	91	75	83	ótima/boa
Itans	91	79	85	ótima/boa
MÉDIA DOS AÇUDES	**75**	**74**	**74**	**boa/boa**

Fonte dos dados: Águas Potiguares: açudes públicos, v. 1, SERHID (2006) e IGARN

Planilha F – Índice de Qualidade das Águas – IQA (Ano 2006)

Açude	IQA (Ano 2006)		Qualidade da água
	1º semestre	2º semestre	
Caldeirão de Parelhas	-	64	boa
Marechal Dutra	-	71	boa
Boqueirão de Parelhas	-	77	boa
Cruzeta	-	79	ótima
Itans	-	82	ótima
Zangarelhas	-	86	ótima
Passagem das Traíras	-	88	ótima
Carnaúba	-	90	ótima
(MÉDIA DOS AÇUDES)	**-**	**80**	**boa/boa**

Fonte dos dados: IGARN

Nota: Não há dados para os açudes Dourado e Sabugi no ano 2006

Planilha G – Municípios e populações projetadas: urbana, rural e total (2000-2020)

Ano	Ano 2000			Ano 2020			Índices de crescimento		
Municípios	**Urbana**	**Rural**	**Total**	**Urbana**	**Rural**	**Total**	**Urbano**	**Rural**	**Total**
Acari	8.720	2.200	10.920	9.807	973	10.780	1,1247	0,4423	0,9872
Caicó	48.239	5.096	53.335	56.604	1.749	58.353	1,1734	0,3432	1,0941
Carnaúba dos Dantas	5.224	1.415	6.639	8.142	844	8.986	1,5586	0,5965	1,3535
Cruzeta	5.870	2.184	8.054	7.138	1.338	8.476	1,2160	0,6126	1,0524
Currais Novos	35.661	5.440	41.101	39.546	3.726	43.272	1,1089	0,6849	1,0528
Equador	4.319	1.425	5.744	5.773	454	6.227	1,3367	0,3186	1,0841
Florânia	4.427	4.162	8.589	4.725	2.233	6.958	1,0673	0,5365	0,8101
Ipueira	1.516	345	1.861	2.083	53	2.136	1,3740	0,1536	1,1478
Jardim do Seridó	9.212	2.783	11.995	10.620	1.874	12.494	1,1528	0,6734	1,0416
Lagoa Nova	5.711	5.325	11.036	8.398	3.240	11.638	1,4705	0,6085	1,0545
Ouro Branco	2.904	1.730	4.634	3.908	959	4.867	1,3457	0,5543	1,0503
Parelhas	15.693	3.049	18.742	19.541	1.290	20.831	1,2452	0,4231	1,1115
Santana do Seridó	1.376	860	2.236	1.642	169	1.811	1,1933	0,1965	0,8099
São Fernando	1.611	1.761	3.372	1.873	858	2.731	1,1626	0,4872	0,8099
São João do Sabugi	4.016	1.231	5.247	4.279	221	4.500	1,0655	0,1795	0,8576
São José do Seridó	2.755	957	3.712	4.643	254	4.897	1,6853	0,2654	1,3192
São Vicente	2.699	2.085	4.784	2.850	1.025	3.875	1,0559	0,4916	0,8100
Tenente Laurentino Cruz	1.650	1.560	3.210	1.761	837	2.598	1,0673	0,5365	0,8093
Total	**161.603**	**43.608**	**205.211**	**193.333**	**22.097**	**215.430**	**1,1963**	**0,5067**	**1,0498**

Fonte dos dados (população): PERH/RN (Relatório HE-1358-R09-0298), conforme Anexo A

Planilha H – Memória de cálculos do sistema adutor Seridó

REGULARIZAÇÃO DE VAZÃO		
Volume armazenado	m³	370.000.000,0
Taxa de regularização anual	%	70,0
Volume regularizado anual	m³	259.000.000,0
Período	meses	8
Vazão regularizada	l/s	12.490,4
Evaporação anual	mm	2.000,0
Área da bacia hidráulica	ha	4.405,6
Espelho d'água médio	%	70,0
Taxa de evaporação	l/s	1.955,8
Vazão afluente	l/s	1.000,0
Vazão efluente	l/s	11.185,1

CENTRAL HIDRELÉTRICA OITICICA		
Carga Manométrica	mca	20,0
Rendimento	%	80,0
Potência gerada	kW	1.754,9

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA		
Vazão bombeada	l/s	349,5
Diâmetro adutora	mm	500,0
Velocidade	m/s	1,8
Comprimento adutora	m	23.000,0
Perda de carga	mca	108,5
Desnível geométrico	m	250,0
Altura manométrica	mca	358,5
Rendimento	%	70,0
Potência consumida	kW	1.754,8

ABASTECIMENTO HUMANO		
Consumo diário	l/hab/dia	150
População atendida	hab	201.292

ADUTORAS			
Cidade		Caicó	Cruzeta
Vazão bombeada	l/s	100	249,50
Diâmetro adutora	mm	300	500
Velocidade	m/s	1,4	1,3
Comprimento adutora	m	34000	36000
Perda de carga	mca	190,2	91,0
Desnível geométrico	m	200	100

Planilha I – Memória de cálculos do sistema adutor Serra de Santana

CENTRAL HIDRELÉTRICA (ARG)

Carga Manométrica	mca	25
Rendimento	%	80
Potência gerada	kW	2.222,9

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

Vazão bombeada	l/s	200
Diâmetro adutora	mm	500
Velocidade	m/s	1,02
Comprimento adutora	m	53.000,0
Perda de carga	mca	88,9
Desnível geométrico	m	680,0
Altura manométrica	mca	768,9
Rendimento	%	70
Potência consumida	kW	2.154,3

ABASTECIMENTO HUMANO

Consumo diário	l/hab/dia	150,0
População atendida	hab	115.200,0

ADUTORAS

Serra de Santana

Trecho	1	2	3	4 (Ten.Laur.-Bodó)
Q (l/s)	199,2	61,6	93,4	44,2
D (mm)	500	250	300	200
V (m/s)	1,0	1,3	1,3	1,4
L (m)	20000	44000	45200	63000
hf (m)	33,3	243,8	222,8	559,8
dZ (m)	252	371	26	170
H (m)	285,3	614,8	248,8	-

Trecho 3

Cidade	Florânea-Serra	Serra-C. Novos
Q (l/s)	100	90,00
D (mm)	300	300
V (m/s)	1,4	1,3
L (m)	34300	10900
hf (m)	191,9	50,2
dZ (m)	87	49

Trecho	Adutora	Vazão (l/s)	Carga manometrica (m.c.a.)	Rendimento (%)	Potência gerada (kW)
1	Jucurutu-Florânea	199,2	650	70	1813,8
2	Florânea-L. Nova	61,6	650	70	560,9
3	Florânea-C. Novos	93,4	300	70	392,5
				Total	2767,3

Central Hidrelétrica Açu

Vazão (l/s)	Carga manometrica (m.c.a.)	Rendimento (%)	Potência gerada
14.110,24	25,00	80,00	2.767,30
17.800,00	25,00	80,00	3.490,94
		Folga	723,68

ANEXOS

Anexo A – Bacia do rio Seridó/RN – Municípios e Populações Projetadas: Total, Urbana e Rural (1996-2020)

Ano	1996			2000			2010			2020		
Municípios	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
Acari	10.948	8.358	2.590	10.920	8.720	2.200	10.850	9.387	1.463	10.780	9.807	973
Caicó	52.019	45.829	6.190	53.335	48.239	5.096	56.740	53.673	3.067	58.353	56.604	1.749
Carnaúba dos Dantas	6.156	4.635	1.521	6.639	5.224	1.415	7.923	6.786	1.137	8.986	8.142	844
Cruzeta	8.134	5.755	2.379	8.054	5.870	2.184	8.366	6.618	1.748	8.476	7.138	1.338
Currais Novos	40.586	34.749	5.837	41.101	35.661	5.440	42.699	38.128	4.571	43.272	39.546	3.726
Equador	5.618	3.903	1.715	5.744	4.319	1.425	6.076	5.233	843	6.227	5.773	454
Florânia	8.919	4.290	4.629	8.589	4.427	4.162	7.843	4.706	3.137	6.958	4.725	2.233
Ipueira	1.787	1.321	466	1.861	1.516	345	2.039	1.895	144	2.136	2.083	53
Jardim do Seridó	11.886	8.894	2.992	11.995	9.212	2.783	12.379	10.057	2.322	12.494	10.620	1.874
Lagoa Nova	10.891	5.156	5.735	11.036	5.711	5.325	11.477	7.174	4.303	11.638	8.398	3.240
Ouro Branco	4.580	2.676	1.904	4.634	2.904	1.730	4.806	3.477	1.329	4.867	3.908	959
Parelhas	18.187	14.654	3.533	18.742	15.693	3.049	20.073	18.025	2.048	20.831	19.541	1.290
Santana do Seridó	2.322	1.224	1.098	2.236	1.376	860	2.042	1.629	413	1.811	1.642	169
São Fernando	3.502	1.522	1.980	3.372	1.611	1.761	3.079	1.803	1.276	2.731	1.873	858
São João do Sabugi	5.449	3.981	1.468	5.247	4.016	1.231	4.791	4.060	731	4.500	4.279	221
São José do Seridó	3.462	2.304	1.158	3.712	2.755	957	4.371	3.842	529	4.897	4.643	254
São Vicente	4.969	2.615	2.354	4.784	2.699	2.085	4.369	2.861	1.508	3.875	2.850	1.025
Tenente Laurentino Cruz	3.334	1.603	1.731	3.210	1.650	1.560	2.930	1.754	1.176	2.598	1.761	837
Total	202.749	153.469	49.280	205.211	161.603	43.608	212.853	181.108	31.745	215.430	193.333	22.097

Fonte: PERH/RN (Relatório HE-1358-R09-0298)

Anexo B – Descarga regularizável de Açudes com Capacidade de Acumulação Superior a 10 Milhões de m^3

Açude	Município	Volume ($m^3 \times 10^3$)	Descarga Regularizável (l/s)			
			Níveis de Garantia			
			100%	95%	90%	85%
Boqueirão de Parelhas	Parelhas	85.013	38	53	59	63
Caldeirão de Parelhas	Parelhas	10.196	2,1	2,6	2,9	3,0
Cruzeta	Cruzeta	35.000	81	94	104	114
Dourado	Currais Novos	10.322	0	0	0	0
Itans	Caicó	81.750	138	198	222	229
Marechal Dutra (Gargalheiras)	Acari	40.000	95	122	127	142
Passagem das Traíras	Jardim do Seridó	48.858	327	398	449	494
Sabugi	São João do Sabugi	65.335	190	249	280	306

Fonte: PERH/RN (Relatórios HE-1358-R03-0397 e HE-1358-R20-0998-R1)

Anexo C – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) das Unidades da Federação do Brasil

Unidades da Federação	IDH-M 1991	IDH-M 2000	Variação no IDH-M 1991-2000	RANKING 1991	RANKING 2000	Variação no ranking 1991-2000
Distrito Federal	0,798	0,844	0,047	1	1	0
São Paulo	0,773	0,814	0,041	2	2	0
Rio Grande do Sul	0,757	0,809	0,052	3	3	0
Santa Catarina	0,740	0,806	0,066	5	4	1
Rio de Janeiro	0,750	0,802	0,052	4	5	-1
Paraná	0,719	0,786	0,067	6	6	0
Goiás	0,707	0,770	0,062	9	7	2
Mato Grosso do Sul	0,712	0,769	0,057	7	8	-1
Mato Grosso	0,696	0,767	0,071	12	9	3
Espírito Santo	0,698	0,767	0,068	10	10	0
Minas Gerais	0,698	0,766	0,068	11	11	0
Amapá	0,691	0,751	0,061	13	12	1
Roraima	0,710	0,749	0,039	8	13	-5
Rondônia	0,655	0,729	0,074	16	14	2
Tocantins	0,635	0,721	0,086	17	15	2
Pará	0,663	0,720	0,057	15	16	-1
Amazonas	0,668	0,717	0,049	14	17	-3
Rio G. do Norte	**0,618**	**0,702**	**0,084**	**19**	**18**	**1**
Ceará	0,597	0,699	0,102	23	19	4
Bahia	0,601	0,693	0,092	22	20	2
Acre	0,620	0,692	0,072	18	21	-3
Pernambuco	0,614	0,692	0,077	20	22	-2
Sergipe	0,607	0,687	0,080	21	23	-2
Paraíba	0,584	0,678	0,094	25	24	1
Piauí	0,587	0,673	0,086	24	25	-1
Maranhão	0,551	0,647	0,096	26	26	0
Alagoas	0,535	0,633	0,098	27	27	0

Fonte: www.undp.org.br

Disponível no site: www.frigoletto.com.br
Acessado em 07/06/2007

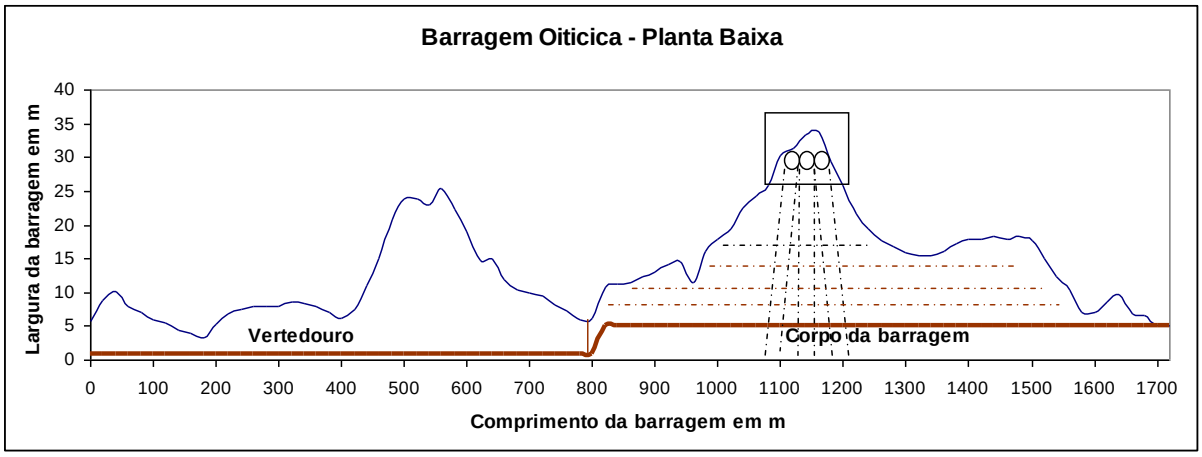
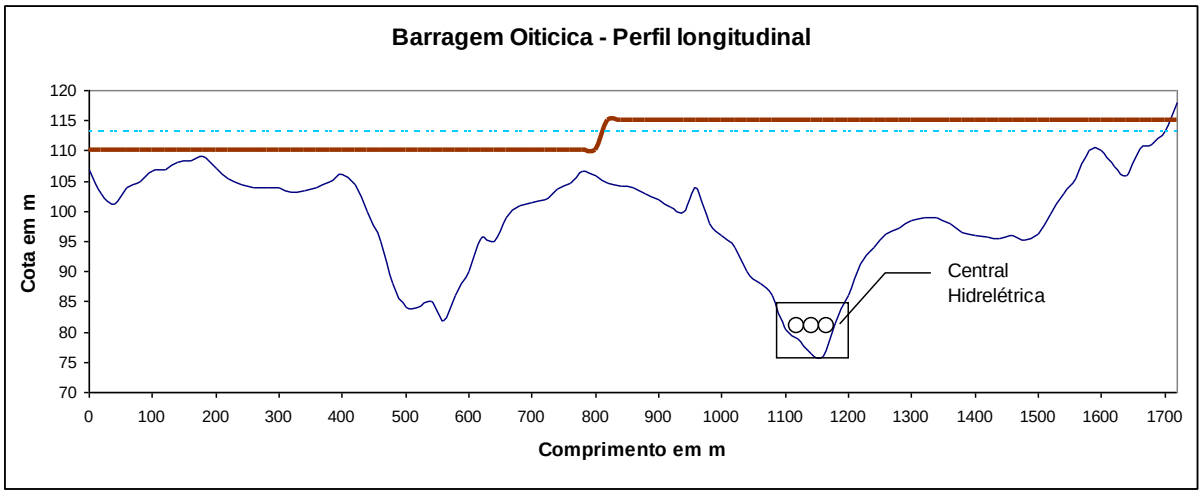
Anexo D – Características gerais da barragem Oiticica

Características Gerais	
Localização:	Jucurutu/RN
Rio Barrado:	Piranhas-Açu
Área da Bacia Hidráulica:	3.900 ha
Área da Bacia Hidrográfica:	34.363 km^2
Volume de Acumulação:	352.138.300 m^3
Volume Anual Regularizado:	259.000.000 m^3
Custo Unitário da Água Dispon.:	R$ 0,057/m^3
Maciço	
Tipo:	Concreto Compactado a Rolo (CCR)
Extensão:	1.740 m
Cota do Coroamento:	115 m
Altura Máxima	47 m
Largura do Coroamento	5 m
Volume do Maciço:	358.615 m^3
Geometria da Seção:	Paramento de Montante vertical e paramento de jusante com inclinação 0,80 (H):1(V)
Vertedouro	
Tipo:	Perfil Creager
Cota da Soleira:	110 m
Extensão:	800 m
Descarga Máxima:	14.000 m^3/s
Quantitativos Básicos	
Vol. Total Maciço:	358.615 m^3
Vol. CCR:	295.421 m^3
Vol. Conc. Face Montante:	12.364 m^3
Vol. Conc. Face Jusante seca:	11.038 m^3
Vol. Conc. Face Jusante Vert.:	10.050 m^3
Vol. Conc. Regularização:	17.249 m^3
Vol. Conc. Bacia de Dissipação:	8.505 m^3
Vol. Conc. Armado Crista Vert.:	2.670 m^3
Vol. Conc. Bedding Mix:	18.566 m^3
Vol. Escavação do maciço:	287.112 m^3
Limpeza Fundação:	34.744 m^2
Concreto Imperm. Fundação:	2.084 m^3
Cortina de injeção:	6.923 m^3

Anexo D – Características gerais da barragem Oiticica (continuação)

Diques Auxiliares	
Tipo:	Núcleo Argiloso com Enrocamento
Quantidade:	5 diques
Extensão:	Dique1=210m; Dique2=755m; Dique3=316m; Dique4=256m e Dique5=103m
Cota do Coroamento:	115 m
Altura Máxima	Dique1=9,50m; Dique2=12,50m; Dique3=4,50m; Dique4=12,50m e Dique5=4,00m
Largura do Coroamento	6 m
Geometria da Seção:	Núcleo Argiloso com 3,0m de largura de coroamento e taludes 1(V):0,5(H); Enrocamento com taludes 1(V):2(H)
Volume Total do Maciço:	211.052 m^3
Volume Total do núcleo argiloso:	52.867 m^3
Volume Total de enrocamento:	158.185 m^3
Vol. Total de escavação:	79.447 m^3
Cortina de Injeção:	2.013 m

Anexo E – Planta baixa da barragem Oiticica



Anexo F – Perfil longitudinal da barragem Oiticica