



AVALIAÇÃO DO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS PARA
ABASTECIMENTO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS RIOS GUAPI-MACACU
E CACERIBU

Fabio Gomes Coelho

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador(es): José Paulo Soares de Azevedo
Mônica de Aquino Galeano
Massera da Hora

Rio de Janeiro
Setembro de 2016

AVALIAÇÃO DO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS PARA
ABASTECIMENTO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS RIOS GUAPI-MACACU
E CACERIBU

Fabio Gomes Coelho

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA CIVIL.

Examinada por:

Prof. José Paulo Soares de Azevedo, Ph.D.

Prof^a. Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora, D. Sc.

Prof. Renato Nascimento Elias, D. Sc.

Prof^a. Luciene Pimentel da Silva, Ph.D.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
SETEMBRO DE 2016

Coelho, Fabio Gomes

Avaliação do Uso dos Recursos Hídricos Superficiais para Abastecimento na Região Hidrográfica dos Rios Guapi-Macacu e Caceribu/ Fabio Gomes Coelho. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2016.

XIV, 103 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: José Paulo Soares de Azevedo

Mônica de Aquino Galeano Massera da
Hora

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Civil, 2016.

Referências Bibliográficas: p. 78-79.

1. Recursos Hídricos Superficiais 2. Abastecimento de Água. 3. Região Leste da Baía de Guanabara I. Azevedo, José Paulo Soares de. *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Civil. III. Título.

“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode
começar agora e fazer um novo fim.”

Francisco Cândido Xavier

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela oportunidade de vida.

Agradeço de todo meu coração aos meus pais Joaquim e Giselle, que souberam superar muitas dificuldades e me educar para a vida.

Aos meus irmãos Fellipe e Fernando, que sempre foram meus amigos para todos os momentos em que precisei, servindo de exemplo, facilitando meus passos nas trilhas da vida.

Meus sinceros agradecimentos aos meus avós Ísia e Matheus, que me passam muito das suas experiências de vida e toda a confiança para que eu supere minhas dificuldades e realize meus sonhos.

Agradeço minha namorada, companheira e amiga Camilla por me estimular e compreender as horas necessárias para serem dedicadas ao trabalho e estudo para meu crescimento e também por dividir seus conhecimentos comigo me ajudando a me tornar a cada dia um homem melhor.

Agradeço a minha amiga Mônica da Hora por me apoiar e direcionar para os melhores caminhos, principalmente profissionalmente, tornando minhas escolhas mais assertivas.

Agradeço ao meu orientador José Paulo por dividir seus conhecimentos e tempo para que continue aprendendo e crescendo.

Agradeço a todos os meus amigos em especial Diego, Felipe, Bruno por me estimularem a buscar o título de mestre e aos amigos Carlos, Marcos, Saulo, Aline e Karen por me servirem sempre de apoio.

Agradeço a Águas de Niterói e seus funcionários por ceder informações para que este trabalho pudesse ser elaborado.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

AVALIAÇÃO DO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS PARA
ABASTECIMENTO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS RIOS GUAPI-MACACU
E CACERIBU

Fabio Gomes Coelho

Setembro/2016

Orientadores: José Paulo Soares de Azevedo

Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora

Programa: Engenharia Civil

Esta dissertação busca avaliar a relação entre a oferta dos recursos hídricos superficiais e a demanda de água existente para abastecimento humano na região hidrográfica dos rios Guapi-Macacu e Caceribu e analisar o impacto de ações para redução de perda nos sistemas de abastecimento de água como uma alternativa para o déficit hídrico identificado. O cenário proposto de aplicar o índice de perdas de Niterói para as demais cidades da região em estudo convergiu com as propostas expostas nas revisões bibliográficas, que identificam a implantação de reservatórios de acúmulo de água como melhor alternativa para equacionar o déficit hídrico existente na região em estudo. O abastecimento para comunidades de baixa renda foi identificado como ponto a ser analisado à parte do índice de perdas, já que pode ser considerado como fornecimento social. A principal dificuldade encontrada na pesquisa foi no levantamento de dados através do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, que apresenta falhas de preenchimento pelos prestadores de serviço de abastecimento de água das cidades.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

EVALUATION OF THE SUPERFICIAL WATER RESOURCES TO BE USED AS
SUPPLY WATER IN THE REGION OF THE RIVERS GUAPI-MACACU AND
CACERIBU

Fabio Gomes Coelho

September/2016

Advisors: José Paulo Soares de Azevedo

Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora

Department: Civil Engineering

This dissertation seeks to evaluate the relationship between the offer of superficial water resources and the existing water demand for human supply in the Guapi-Macacu e Caceribu river basin districts and to analyse the impact of these actions for the losses reduction in the water supply systems as an alternative for the identified water deficit. The proposed scenario applying the loss rate of Niteroi to other cities of the region of study converged with the exposed proposals in the literature review that identifies the implantation of reservoirs for water accumulation, as the best alternative to equate the existing water deficit in the region of study. The water supply to low-income communities has been identified as a point to be considered in the part as the loss rate, since it can be considered as social provision. The main difficulty in this study was the collection of data through the National Sanitation Information System, which features fill failures by providers of water supply services in the cities.

Sumário

Lista de Figuras	xii
Lista de Tabelas	xiii
1. Introdução.....	1
1.1. Justificativa do tema	3
1.2. Objetivo	3
2. Revisão Bibliográfica	4
2.1. Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.....	4
2.1.1 Estudo dos Recursos Hídricos	13
2.2. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara	19
2.2.1 Equacionamento dos Déficits e Compatibilização dos Usos.....	25
2.2.2 Programas do PDRH-BG	28
2.3. Projeto Macacu	30
2.3.1 Proposição de Alternativas para Aumento da Disponibilidade Hídrica ...	35
2.4. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água.....	36
2.4.1 DTA A2 – Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água	39
2.4.1.1 Perdas na captação/adução de água bruta	41
2.4.1.2 Perdas no tratamento.....	42
2.4.1.3 Perdas na reservação	42

2.4.1.4	Perdas na adução de água tratada.....	43
2.4.1.5	Perdas na distribuição	43
3.	Diagnóstico do Abastecimento de Água nos Municípios da Região dos Rios Guapi-Macacu e Caceribu	46
3.1.	Dados snis	46
3.1.1	População Residente Total	46
3.1.2	População Abastecida por Água.....	47
3.1.3	Consumo Médio Per Capita de Água	47
3.1.4	Índice de Perda	48
3.1.5	Volume de Água Macromedido	48
3.1.6	Volume de Água Produzido	48
3.1.7	Volume Exportado.....	49
3.1.8	Volume de Água Consumido	50
3.1.9	Volume de Serviço	50
4.	Sistemas de Abastecimento de Água de Niterói.....	51
4.1.	Expansão do Sistema de Abastecimento de Água	52
4.2.	Controle de Perdas	55
4.3.	Ações de Combate a Perdas.....	57
4.3.1.	Projeto	57
4.3.2.	Controle de Pressão.....	57
4.3.3.	Implantação da Rede	58
4.3.4.	Reparo de vazamentos na rede de abastecimento	58

4.3.5.	Material	60
4.3.6.	Manutenção dos Equipamentos de Bombeamento.....	60
4.3.7.	Medição Correta.....	61
4.3.8.	Centro de Controle Operacional.....	62
5.	Metodologia.....	64
5.1.	Bacia do Rio Guapi-Macacu.....	65
2.1.1	Precipitação	66
6.	Apresentação e análise dos resultados.....	68
6.1.	Sistemas de abastecimento de água	68
6.2.	Cenário de Aplicação do Índice de Perdas de Niterói nos Outros Sistemas da Região em Estudo	72
6.3.	Impacto de Cenário Criado no Déficit Hídrico.....	74
7.	Conclusões.....	76
8.	Referências Bibliográficas.....	78
	APÊNDICE A	80
	APÊNDICE B.....	81
	APÊNDICE C.....	82
	APÊNDICE D	83
	APÊNDICE E.....	84
	APÊNDICE F	86
	APÊNDICE G	87
	APÊNDICE H	88
	APÊNDICE I.....	90
	APÊNDICE J.....	91

APÊNDICE L.....	94
APÊNDICE M.....	95
APÊNDICE N	96
APÊNDICE O	97
APÊNDICE P.....	98
APÊNDICE Q	99
APÊNDICE R.....	100
ANEXO A	101

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Região hidrográfica dos rios Guapi-Macacu e Caceribu.	2
Figura 2.1: Programa de Combate ao Desperdício.....	29
Figura 2.2: Programa de Implantação de Infraestrutura Hidráulica.	30
Figura 4.1: Mapa da região com abastecimento de água em Niterói em 1999.....	53
Figura 4.2: Mapa da região com abastecimento de água em Niterói em 2001.....	54
Figura 4.3: Mapa da região com abastecimento de água em Niterói em 2003.....	54
Figura 4.4: Vazão média anual do sistema de abastecimento de água de Niterói de 1999 a 2014.	56
Figura 4.5: Evolução da redução da Perda de Faturamento.	56
Figura 4.6: Mapa das regiões da cidade de Niterói.	59
Figura 4.7: Bancada para Aferição de Hidrômetros.	62
Figura 4.8: Esquema da Centralização de informações no CCO.	62
Figura 4.9: Centro de Controle Operacional CAN.	63
Figura 5.1: Região da captação de água da CEDAE.	65
Figura 5.2: Entradas na captação de água.	66
Figura 5.3: Precipitação total mensal e anual para o período comum de 1976-1980.....	67
Figura 6.1: Índice de perda no faturamento (%).	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Evolução prevista da demanda média de água na RMRJ.....	5
Tabela 2.2: Evolução prevista da demanda máxima de água na RMRJ.....	6
Tabela 2.3: Setores de demanda da RMRJ e Cachoeiras de Macacu.....	8
Tabela 2.4: Tabela da Projeção da População Flutuante da Região em Estudo.....	8
Tabela 2.5: População de Saturação de Niterói e São Gonçalo.....	9
Tabela 2.6: Projeção da População Urbana para 2035.....	9
Tabela 2.7: Demanda Total de Água em 1980.....	10
Tabela 2.8: Evolução Prevista das Quotas de Demanda de Água Per Capita.....	10
Tabela 2.9: Evolução Prevista da Demanda de Água.....	11
Tabela 2.10: Projeção do Índice de Perdas.....	11
Tabela 2.11: Projeção dos Índices de Atendimento por Município.....	12
Tabela 2.12: Evolução Prevista da Demanda Total de Água.....	13
Tabela 2.13: Projeção da Demanda Média de Água para 2035.....	13
Tabela 2.14: Sequência de Implantação dos Reservatórios de Regularização para Sistema Niterói São Gonçalo.....	16
Tabela 2.15: Produção de Água Tratada do Sistema Niterói São Gonçalo.....	16
Tabela 2.16: Índice de Atendimento Projetado para os Sistemas de Abastecimento de Água da Região em Estudo.....	21
Tabela 2.17: Cota PER CAPITA para os Sistemas de abastecimento de água da região em estudo para o ano de 2000.....	22
Tabela 2.18: Estimativa de vazões por unidades de balanço.....	23
Tabela 2.19: Saldo Hídrico nos exutórios das UBs, em m ³ /s.....	24
Tabela 2.20: Sistemas de Abastecimento de Água.....	27
Tabela 2.21: Sub-bacia ou trecho do rio representativo.....	32

Tabela 2.22: Disponibilidade hídrica nas seções de interesse.....	32
Tabela 2.23: Vazões médias por sistema de captação.....	33
Tabela 2.24: Disponibilidade hídrica nas seções de interesse.....	33
Tabela 2.25: 1º Cenário: Demanda hídrica atual (ano 2008).....	33
Tabela 2.26: 2º Cenário: Demanda hídrica 2020 sem COMPERJ.....	34
Tabela 2.27: 3º Cenário: Demanda hídrica 2020 com COMPERJ.....	34
Tabela 2.28: Balanço hídrico na região hidrográfica dos rios Macacu e Caceribu.....	35
Tabela 2.29: Perda Física por Subsistema: Origem e Magnitude.....	41
Tabela 2.30: Redução de perdas físicas por redução de pressão ($Q=f(H^{1/2})$).....	44
Tabela 3.1: Consumo Médio Per Capita de Água.....	47
Tabela 3.2: Índice de Perda.....	48
Tabela 3.3: Volume de Água Tratada Exportada.....	49
Tabela 3.4: Volume de Serviço.....	50
Tabela 4.1: Índices Sistema de Abastecimento de Água de Niterói em 1999.....	51
Tabela 4.2: Índices Sistema de Abastecimento de Água de Niterói em 2014.....	52
Tabela 5.2: Precipitação total mensal e anual para o período comum de 1976-1980. ...	67
Tabela 6.1: Dados populacionais.....	68
Tabela 6.2: População Total Abastecida x População Total dos Municípios.....	69
Tabela 6.3: Demanda projetada de água não atendida 2014.....	70
Tabela 6.4: Comparação da demanda per capita para o ano de 2010.....	70
Tabela 6.5: Índice de Perdas projetado x realizado.....	71
Tabela 6.6: Índice de abastecimento de água em 2014.....	73
Tabela 6.7: Volume de água perdido 2014.....	73
Tabela 6.8: Projeção do Índice de Perdas de 2014 de Niterói.....	74

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o art. 1º da lei 9433/97, a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico e que em situações de escassez, os usos prioritários passam a ser o consumo humano e a dessedentação de animais. A partir desses fundamentos é direcionado ao homem e aos animais a prioridade de consumo deste bem e a necessidade de uma gestão adequada para que não se cesse.

A região hidrográfica dos rios Guapi-Macacu e Caceribu (Figura 1.1, com exceção do município de Magé) tem sofrido nas últimas décadas, diversas ações antrópicas, em função do processo de urbanização desordenado, que geraram e geram impactos ambientais. Esses impactos, como desmatamento, ocupação irregular de margens de rios, despejo de esgoto in natura, com o rápido processo de urbanização, contribuíram para o déficit hídrico na região, que hoje não possui o serviço de distribuição de água atendendo toda a população.

Parte da população reside em áreas denominadas de favelas, que segundo Verocai (2008), são espaços que foram ocupados, irregularmente, ao longo do tempo, devido ao fácil acesso à água e a falta de fiscalização. O autor ainda cita que os fatores responsáveis pela má condução dos projetos e das obras nas favelas são da ordem política, econômica, técnica e outras como presença do "poder paralelo" e informalidade dos serviços oferecidos.

O déficit hídrico existente é um fator negativo que impede o crescimento econômico e populacional da região, devido à necessidade básica da água para os processos industriais e consumo humano. A segurança hídrica é fundamental para o desenvolvimento da região de forma firme e estruturada.

Para buscar alternativas para solucionar esse déficit que existe há décadas, foram realizados estudos como o Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, ENGEVIX (1985), o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara, Ecologus-Agrar (2005) e o Projeto Macacu, UFF/FEC (2010).

Com base no contexto descrito, essa pesquisa buscou analisar o déficit hídrico existente na região dos rios Guapi-Macacu e Caceribu, buscando alternativas para redução das perdas nos sistemas de abastecimento de água, como forma de reduzir o déficit e estudar as propostas dos estudos já elaborados para região.



Figura 1.1: Região hidrográfica dos rios Guapi-Macacu e Caceribu.

Fonte: forumrio, 2016

Conforme descrito por Pertel (2014), foi verificado também uma maior vazão do vazamento com o aumento da pressão em todos os diâmetros e para todas as tubulações avaliadas, demonstrando que o controle de pressão é um fator determinante para o controle de perdas no sistema de abastecimento.

Segundo ABES (2013), quando se compara o Brasil com países desenvolvidos, é notável o grande espaço para mudanças. Cidades da Alemanha e do Japão possuem 11% e Austrália possui 16%. Sendo assim, espera-se que o Brasil consiga reduzir seus níveis de perda em, no mínimo, dez pontos percentuais antes que possa atingir os níveis de perdas associados aos países desenvolvidos. Para as empresas municipais, a SAERB (Rio Branco) e a SANEP (Pelotas) são, respectivamente, a menos e mais eficiente em termos de perdas sobre o faturamento, apresentando índices de 69,3% e 6,7%. A média de perdas para essas empresas é de 36,6%.

Fator importante a ser analisado é o volume de abastecimento de água realizado dentro de comunidades de baixa renda e que se expandiram sem o devido planejamento urbano, aonde o abastecimento ocorre, mas a cobrança e atuação comercial por parte da responsável pelo abastecimento são comprometidos pela fragilidade na segurança

pública. Considerando esse fator, é analisado o abastecimento social à parte do índice de perdas.

1.1. JUSTIFICATIVA DO TEMA

A região hidrográfica dos rios Guapi-Macacu e Caceribu abrange parte ou integralidade dos municípios de Niterói, São Gonçalo, Tanguá, Maricá, Magé, Cachoeiras de Macacu, Guapimirim, Itaboraí e Rio Bonito. Essa região possui elevadas diferenças socioeconômicas, mas com o mesmo desafio de equacionar o atendimento à demanda por água, devido aos baixos investimentos realizados ao longo dos anos. Mesmo com diversas alternativas apresentadas nos Planos, essa questão ainda não foi resolvida.

A importância deste estudo é propor alternativas para melhorar a eficiência dos sistemas de abastecimento de água da região, a fim de reduzir o déficit hídrico, auxiliando para a universalização do abastecimento de água, que é fundamental para melhorar a qualidade de vida da população e impulsionar o crescimento econômico da região.

1.2. OBJETIVO

O objetivo principal da presente pesquisa é analisar qual o déficit hídrico na região hidrográfica dos rios Guapiaçu-Macacu e Caceribu, quais são as soluções propostas já existentes para cessar o déficit. Analisar a eficiência dos abastecimentos de água através do índice de perdas e criar um cenário para mitigar o déficit através da replicação do melhor índice de perdas da região para as demais cidades, e assim reavaliar para qual horizonte de tempo é necessário à realização das ações propostas nas bibliografias revisadas. Cabe ainda analisar como ocorre o abastecimento social na cidade de menor índice de perdas.

Os dados para análise dos sistemas de abastecimento de água serão retirados do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. PLANO DIRETOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO

O Relatório Final do plano diretor de abastecimento de água da região metropolitana do Rio de Janeiro, denominado para este trabalho como PDARJ, concluído em dezembro de 1985, constitui documento onde se consolidam as informações básicas dos estudos efetuados. Nele constam, dentre outros, estudos de caracterização dos recursos hídricos, demandas e soluções propostas para os sistemas de abastecimento de água dos municípios da região metropolitana do Rio de Janeiro, assim como a modelagem matemática das principais operações nos sistemas de adução.

A área de estudo do PDARJ considerou a região metropolitana do Rio de Janeiro, que abrangeu os seguintes municípios: Rio de Janeiro, Duque de Caxias, Itaboraí, Itaguaí, Magé, Mangaratiba, Maricá, Nilópolis, Niterói, Nova Iguaçu, Paracambi, Petrópolis, São Gonçalo e São João de Meriti. É importante destacar que a delimitação dos municípios no ano de 1985, não é a mesma no presente ano.

Os principais objetivos do PDARJ foram avaliar a demanda de água do ano de 1985 e sua distribuição espacial, assim como prever o crescimento nos horizontes do plano diretor, em função do índice médio de atendimento de água em 1985, sendo de 71%, reduzindo para 48% se não fosse considerado o município do Rio de Janeiro.

O plano revelou que a demanda média para a região metropolitana do Rio de Janeiro, incluindo as perdas, foi calculada em 39,52 m³/s em 1980, projetando atingir 82,61 m³/s em 2010, caso fossem efetivadas medidas de controle de perdas. Caso os padrões de perdas se mantivessem, a demanda projetada seria de 118,02 m³/s.

O PDARJ utilizou o recenseamento geral de 1980 para os estudos demográficos. Com relação aos parâmetros de consumo de água (quotas de demanda per capita, coeficientes de variação e índices de atendimento e perdas) não são disponíveis dados sistemáticos e abrangentes, com representatividade estatística. Nessas condições, o plano examinou informações resultantes de diversos programas de pesquisa

anteriormente realizados. Além disso, foram realizadas pesquisas através de dados do cadastro comercial da CEDAE e campanhas em áreas não medidas.

O plano destacou que diante dos dados de evolução prevista da demanda média e máxima de água para a região de estudo, Tabela 2.1, seria conveniente um programa de controle de perdas, que nesse plano previa uma redução do volume de água a ser produzido equivalente à demanda de 1985 da região metropolitana do Rio de Janeiro.

Tabela 2.1: Evolução prevista da demanda média de água na RMRJ.

Fonte: Adaptado de (CEDAE 1985)

REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO							
Evolução Prevista da Demanda Média de Água (em m³/s)							
DISCRIMINAÇÃO	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
A - Demanda total exclusive perdas (1)	32,55	36,24	41,2	46,2	51,88	58,39	66,09
B - Demanda atendida exclusive perdas (2)	22,13	29,35	39,14	45,32	51,88	58,39	66,09
C - Demanda atendida inclusive perdas - Hipótese I (3)	29,52	52,41	69,89	80,93	92,64	104,27	118,02
D - Demanda atendida inclusive perdas - Hipótese II (4)	39,52	45,15	48,93	56,65	64,85	72,99	82,61
Notas: (1) A demanda total - exclusive perdas inclui a parcela relativa à população flutuante (2) Os índices de atendimento da demanda total são aqueles estabelecidos (3) A Hipótese I prevê a conservação dos níveis atuais de perdas, avaliadas em 44% para o conjunto da RMRJ (4) A Hipótese II prevê execução de um programa de controle de perdas, que seriam reduzidas para 20% a partir de 1990							

O plano recomendou a implementação do programa de controle de perdas, que deveria incluir a extensão da rede de micromedidas, a implantação de macromedidas e a realização de combates sistemáticos de vazamentos, Tabela 2.2.

Tabela 2.2: Evolução prevista da demanda máxima de água na RMRJ.

Fonte: Adaptado de (CEDAE 1985)

REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO							
Evolução Prevista da Demanda Máxima de Água (1) (em m³/s)							
DISCRIMINAÇÃO	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
A - Demanda total exclusive perdas	40,69	45,3	51,5	57,8	64,85	72,99	82,61
B - Demanda atendida exclusive perdas	27,67	36,69	48,93	56,64	64,85	72,99	82,61
C - Demanda atendida inclusive perdas - Hipótese I	49,4	65,51	87,36	101,16	115,8	130,34	147,52
D - Demanda atendida inclusive perdas - Hipótese II	49,4	56,44	61,16	70,81	81,06	91,23	103,26

Notas: (1) A relação entre demanda máxima e média é definida pelo valor de k1 (Coeficiente do dia de maior consumo, representando o aumento do consumo no dia mais quente do ano, estimado em 1,25)

O plano levou em consideração que a expansão urbana se daria ao longo do eixo rodoviário, partindo de Niterói, atravessando São Gonçalo rumo à Itaboraí, em direção nordeste. Foi verificado que a partir desse vetor ia se formando duas novas direções de crescimento, ambas saindo de São Gonçalo, uma orientada para sudeste, no sentido da divisa com Niterói e Maricá, e outra orientada para nordeste, no sentido de Itaboraí e Magé (Estrada do Contorno). Foi registrado, também, o vetor litorâneo leste, que partindo do centro de Niterói, iria se dirigir para sudeste no sentido das praias oceânicas até as proximidades da divisa de Maricá.

Com relação à indução da ocupação, o estudo destacou para a região a ligação hidroviária Rio de Janeiro- São Gonçalo (Porto da Madama) que poderia promover acentuado processo de renovação urbana em áreas próximas aquela porção do município.

O cenário da ocupação consolidada para Niterói e São Gonçalo previa para esses municípios apenas consolidação da época, destacando o adensamento nos entornos do litoral, à altura de Neves (bairro de São Gonçalo), bem como o reforço do vetor de expansão na direção do litoral sul, mormente até as proximidades de São Francisco (bairro de Niterói). O plano descreveu que os fatores topográficos e de acessibilidade não permitiriam antever uma urbanização mais aglomerada, muito embora a plena ocupação dos novos loteamentos do litoral sul induzisse a prever um expressivo contingente populacional para aquelas áreas, porém com densidade inferior. Foi

destacado o reforço natural dos subcentros dos municípios em questão, considerando também as atividades industriais localizadas no litoral.

O Plano dividiu a área total de estudo em setores de demanda de água, que constituem uma unidade menor espacial para a qual foram feitas as avaliações e projeções da demanda nos horizontes do plano. No desenvolvimento do plano, foram processados dados correspondentes aos diversos municípios, que posteriormente, com base nos critérios específicos, foram subdivididos segundo os setores de demanda de água considerados. Para a definição dos setores, foram considerados quatro critérios básicos:

- Compatibilização entre a divisão em setores e o sistema de distribuição de água (adutoras e reservatórios existentes e planejados);
- Utilização, sempre que possível, de bloqueios naturais (cursos d'água e montanhas) e outros (ferrovias e grandes rodovias) como limites entre os setores que foram definidos;
- Compatibilização entre a divisão em setores de demanda de água e a divisão espacial utilizada pelo Censo Demográfico de 1980 (setores censitários). Os setores de demanda de água foram definidos como agregados de setores censitários, que são a menor unidade espacial para a qual foram disponíveis informações sobre a população residente;
- Compatibilização entre a divisão em setores de demanda de água e as divisões institucionais para as quais foram disponíveis informações de natureza socioeconômica (bairro e regiões administrativas no caso do Rio de Janeiro e distritos para os demais municípios). Os resultados alcançados podem ser observados na Tabela 2.3.

Foram utilizados, para os diversos municípios que constituem a Região Metropolitana, os dados de projeção da população resultante de estudo elaborado pela CEDAE. O Apêndice A apresenta os dados de população urbana utilizados no presente Plano Diretor, dados censitários de 1970 e 1980, e projeções para os anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005 e 2010.

Tabela 2.3: Setores de demanda da RMRJ e Cachoeiras de Macacu.

Fonte: Adaptado de (CEDAE 1985)

SETORES DE DEMANDA DE ÁGUA	
MUNICÍPIOS	QUANTIDADE DE SETORES DE DEMANDA DE ÁGUA
01 Duque de Caxias	30
02 Itaboraí	10
03 Itaguaí	15
04 Magé	34
05 Mangaratiba	8
06 Maricá	16
07 Nilópolis	4
08 Niterói	20
09 Nova Iguaçu	85
10 Paracambi	7
11 Petrópolis	10
12 São Gonçalo	35
13 São João de Meriti	9
14 Rio de Janeiro	153
TOTAL DA RMRJ	436
Cachoeiras de Macacu	1

Os dados do Censo Demográfico de 1980 revelaram que a presença de domicílios secundários, ou de uso ocasional, é relevante em cinco municípios da RMRJ (Itaguaí, Magé, Mangaratiba, Maricá e Petrópolis). A Tabela 2.4 ilustra a população flutuante dos municípios de Magé e Maricá e da Ilha de Paquetá, inseridos na área de estudo. Paquetá é considerado no estudo devido ao fato da Ilha ser abastecida pelo sistema Imunana-Laranjal, sistema que fornece água na integralidade ou parcialmente para as cidades de Niterói, São Gonçalo, Maricá e Itaboraí.

Tabela 2.4: Tabela da Projeção da População Flutuante da Região em Estudo.

Fonte: Adaptado de (CEDAE 1985)

PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO FLUTUANTE (em habitantes)						
DISCRIMINAÇÃO	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Magé	54.132	64.342	75.570	83.732	102.749	119.848
Maricá	27.922	32.244	37.216	42.974	49.682	57.540
Ilha de Paquetá	7.035	7.528	8.029	8.530	9.046	9.574

Foram realizadas projeções demográficas para 2035, com o objetivo de fornecer uma base para a obtenção de valores indicativos da demanda de água em 2035, como apresentado nas Tabelas 2.5 e 2.6.

Tabela 2.5: População de Saturação de Niterói e São Gonçalo. Fonte: Adaptado de (CEDAE 1985)

Municípios	População de Saturação
Niterói	1.900.000
São Gonçalo	5.200.000

Tabela 2.6: Projeção da População Urbana para 2035. Fonte: Adaptado de (CEDAE 1985)

PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO URBANA PARA 2035 (Em 1000 habitantes)			
MUNICÍPIOS	HIPÓTESE DE PROJEÇÃO		
	MÁXIMA	MÍNIMA	MÉDIA
Itaboraí	432,9	178,8	275,4
Magé	1004,2	647,6	783,1
Maricá	96,2	67,1	78,2
Niterói	1076,0	870,0	969,0
São Gonçalo	4480,0	2482,0	3237,0
Total	7089,3	4245,5	5342,7
Cachoeiras de Macacu - Sede	41,5	29,7	34,2

A Tabela 2.7 relaciona a demanda total de água por município da região leste metropolitana do Rio de Janeiro, para o ano de 1980, excluindo perdas e reforço.

Tabela 2.7: Demanda Total de Água em 1980. Fonte: Adaptado de (CEDAE 1985)

DEMANDA TOTAL DE ÁGUA EM 1980 POR MUNICÍPIO (Exclusive perdas e reforço)								
MUNICÍPIOS	RESIDÊNCIAS	ESCOLAS, HOTÉIS E HOSPITAIS	COMÉRCIO, SERVIÇOS E ADM PÚBLICA	INDÚSTRIAS (1)	OUTROS (2)	GRANDES CONSUMIDORES INDUSTRIAIS (3)	TOTAL	
							m³/dia	m³/s
Itaboraí	4.872	530	411	1.710	376		7.899	0,091
Magé	34.748	1.786	686	4.780	2.100		44.100	0,510
Maricá	4.136	210	137	164	232		4.879	0,056
Niterói	96.833	6.250	6.855	6.849	5.839	2.090	124.716	1,443
São Gonçalo	141.378	6.780	2.742	10.134	8.052		169.086	1,957
Total	281.967	15.556	10.831	23.637	16.599	2.090	350.680	4,057

NOTAS: (1) Exclui os grandes consumidores industriais.
 (2) Inclui clubes, terminais de passageiros, universidades, serviços urbanos etc. Calculada pela aplicação da taxa de 5% sobre o total das demandas anteriores.
 (3) Admitiu-se um consumo em 1980 equivalente aquele de 1982

Já as Tabelas 2.8 e 2.9 apresentam, respectivamente, a evolução prevista por tipo de consumo da demanda de água per capita, por município, bem como a previsão da demanda de água para a região metropolitana, excluindo perdas e reforço, enquanto que o Apêndice B estima a demanda para a população flutuante.

Tabela 2.8: Evolução Prevista das Quotas de Demanda de Água Per Capita.

Fonte: Adaptado de (CEDAE 1985)

EVOLUÇÃO PREVISTA DAS QUOTAS DE DEMANDA DE ÁGUA PER CAPITA POR MUNICÍPIO (Exclusive Perdas, Reforços e Grandes Consumidores Industriais) (Litros por habitante por dia)																
MUNICÍPIOS	1980				1985				1990				1995	2000	2005	2010
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	D	D	D	D
Itaboraí	206	22	90	334	210	21	70	317	212	21	60	308	299	290	293	297
Magé	212	11	33	269	210	12	29	264	212	15	28	268	272	276	280	285
Maricá	211	11	15	249	210	12	14	248	212	15	14	254	260	266	273	279
Niterói	242	16	34	306	240	18	32	305	242	20	34	312	319	326	334	342
São Gonçalo	230	11	21	275	230	12	18	274	232	15	17	278	282	286	290	295

NOTAS: (A) Residência
 (B) Escolas, Hotéis e Hospitais
 (C) Comércio, Serviços, Administração Pública e Industrias (exclusive grandes consumidores industriais)
 (D) Total (inclusive o adicional de 5% para outras demandas)

Tabela 2.9: Evolução Prevista da Demanda de Água. Fonte: Adaptado de (CEDAE 1985)

EVOLUÇÃO PREVISTA DA DEMANDA DE ÁGUA (Exclusive Perdas e Reforço) (1)			
ANO	DISCRIMINAÇÃO	DEMANDA PREVISTA	
		m³/dia	m³/s
1985	Residencial e outros	2.971.544	35,74
	Grandes consumidores industriais	116.390	
	Total	3.087.934	
1990	Residencial e outros	3.358.450	40,61
	Grandes consumidores industriais	149.980	
	Total	3.508.430	
1995	Residencial e outros	3.743.778	45,54
	Grandes consumidores industriais	190.470	
	Total	3.934.248	
2000	Residencial e outros	4.170.007	51,07
	Grandes consumidores industriais	242.010	
	Total	4.412.017	
2005	Residencial e outros	4.653.901	57,43
	Grandes consumidores industriais	307.710	
	Total	4.961.611	
2010	Residencial e outros	5.218.349	64,95
	Grandes consumidores industriais	393.680	
	Total	5.612.029	
Nota: (1) Não inclui a demanda referente a populações flutuantes			

A Tabela 2.10 abaixo apresenta a projeção dos índices de perdas por município de 1980 a 2010, em percentagem.

Tabela 2.10: Projeção do Índice de Perdas. Fonte: Adaptado de (CEDAE 1985)

PROJEÇÃO DO ÍNDICE DE PERDAS, POR MUNICÍPIO 1980-2010 (Em percentagem)			
Município	1980 a 1982	1985	1990 a 2010
Itaboraí	65	50	20
Magé	40	35	20
Maricá	30	25	20
Niterói	35	30	20
São Gonçalo	35	30	20
TOTAL DA REGIÃO	41	34	20

A projeção dos índices de atendimento por município projetava para o ano de 2000 a universalização do abastecimento de água, conforme Tabela 2.11.

**Tabela 2.11: Projeção dos Índices de Atendimento por Município. Fonte:
Adaptado de (CEDAE 1985)**

PROJEÇÃO DOS ÍNDICES DE ATENDIMENTO POR MUNICÍPIO 1980-2010 (Em percentagem)						
MUNICÍPIOS	1980	1982	1985	1990	1995	2000 2005 2010
Itaboraí	86	75	80	90	95	100
Magé	18	22	50	90	95	100
Maricá	6	7	40	90	95	100
Niterói	87	81	90	100	100	100
São Gonçalo	56	61	75	90	95	100

O estudo projeta a evolução da demanda de água tanto para a demanda atendida atual, incluindo o índice de perdas existente na data da elaboração deste, conforme apresentado no Apêndice C, como projeta para esse cenário, mas com a exclusão das perdas, Apêndice D.

Esse estudo também projeta a evolução da demanda de água total, considerando o abastecimento universalizado até o ano de 2010, excluindo perdas, conforme Tabela 2.12, e para o ano de 2035, com hipóteses de projeção para vazão mínima, média e máxima. A Tabela 2.13 apresenta a projeção da demanda média de água para o ano de 2035.

Tabela 2.12: Evolução Prevista da Demanda Total de Água. Fonte: Adaptado de (CEDAE 1985)

EVOLUÇÃO PREVISTA DA DEMANDA TOTAL DE ÁGUA - EXCLUSIVE PERDAS (m³/s)								
Municípios		1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Itaboraí	Média	0,092	0,116	0,151	0,192	0,238	0,305	0,391
	Máxima	0,115	0,145	0,189	0,239	0,198	0,381	0,488
Magé	Média	0,623	0,744	0,895	1,064	1,246	1,490	1,754
	Máxima	0,780	0,930	1,119	1,310	1,557	1,853	2,193
Maricá	Média	0,118	0,136	0,158	0,185	0,216	0,253	0,297
	Máxima	0,146	0,170	0,199	0,232	0,270	0,317	0,371
Niterói	Média	1,443	1,581	1,773	1,986	2,223	2,499	2,822
	Máxima	1,804	1,975	2,217	2,482	2,780	3,124	3,528
São Gonçalo	Média	1,957	2,327	2,803	3,381	4,104	5,038	6,299
	Máxima	2,446	2,908	3,504	4,226	5,130	6,297	7,870
TOTAL DA ÁREA DE ESTUDO	Média	4,223	4,904	5,780	6,808	8,027	9,585	11,563
	Máxima	5,291	6,128	7,228	8,489	9,935	11,972	14,450
Cachoeiras de Macacu (Sede)	Média	0,027	0,032	0,037	0,043	0,050	0,059	0,069
	Máxima	0,035	0,040	0,046	0,054	0,063	0,074	0,086

Tabela 2.13: Projeção da Demanda Média de Água para 2035. Fonte: Adaptado de (CEDAE 1985)

PROJEÇÃO DA DEMANDA MÉDIA DE ÁGUA PARA 2035 (EXCLUSIVE PERDAS) (m³/s)			
MUNICÍPIOS	HIPÓTESES DE PROJEÇÃO		
	MÁXIMA	MÍNIMA	MÉDIA
Itaboraí	1,488	0,614	0,946
Magé	4,010	2,585	3,127
Maricá	0,612	0,427	0,497
Niterói	4,413	3,568	3,974
São Gonçalo	15,296	8,474	11,052
TOTAL DA ÁREA DE ESTUDO	25,819	15,668	19,596
Cachoeiras de Macacu (Sede)	0,125	0,891	0,103

2.1.1 Estudo dos Recursos Hídricos

Os principais aspectos enfocados no PDARJ foram os estudos das águas superficiais, revisão dos estudos hidrogeológicos, complementação dos estudos geológicos, estudos ambientais e qualidade dos mananciais e complementação dos estudos de aproveitamento integrado.

Para a revisão dos estudos da 1ª fase foram utilizados o Inventário de Recursos Hídricos, apresentado pela IESA – Internacional de Engenharia S.A - Estudos e Projetos do sistema de abastecimento de água para os municípios de Niterói e São Gonçalo, enfocando as bacias dos rios Macacu e Guapi-Açu, pela Engenharia Gallioli Ltda; e Sistema de abastecimento de Petrópolis e Estudo Hidrológico do Sistema de abastecimento de água da Cidade de Petrópolis, apresentado pelo consórcio PRODIAN – MONT MED. Além desses trabalhos, foram consideradas, também, as informações contidas no antigo Plano Diretor de Águas do Estado da Guanabara, nos trabalhos de medições de vazão para região de Petrópolis, nos estudos feitos para o reservatório de Juturnaíba e nos estudos elaborados para os municípios do Rio de Janeiro e da Baixada Fluminense realizado pelo Engenheiro Henrique de Novaes.

A partir desse, concluiu-se que, para a região dos rios Guapi-Açu, Macacu e Caceribu:

- A adoção dos locais de barramento preconizados no relatório IESA para os rios Macacu e Guapi-Açu provocaria a incidência de custos elevados com desapropriações, já que os reservatórios situados nos cursos inferiores dos rios inundariam áreas valorizadas, seja pelo seu desenvolvimento agropecuário, seja por possuírem densidades populacionais significativas como é o caso da localidade de Papucaia. Assim, esses sítios foram descartados, optando-se por locais mais a montante, barrando-se também os afluentes mais importantes desses rios para aumento da capacidade de regularização, conforme sugerido no relatório Gallioli.
- A modificação dos locais de barramento nos rios Macacu e Guapi-Açu demandou novos estudos de vazões máximas e de regularização nessas bacias;
- A abordagem feita sobre o sistema Juturnaíba pelo relatório IESA apresenta conclusões bastante distintas em relação ao estudo feito pelo DNOS através da firma Engenharia Gallioli Ltda., principalmente no que diz respeito à vazão regularizável e aos objetivos do projeto, admitindo que poderiam ser destinados ao abastecimento da região de Niterói e São Gonçalo cerca de 6m³/s. Considerando que dos 25 m³/s regularizáveis, segundo o Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), apenas 2,7 m³/s estariam previstos para abastecimento de água da Região dos Lagos, concluiu-se que caberia à CEDAE estabelecer contatos com o DNOS visando a modificação

de parte dos objetivos iniciais da obra, com a liberação de um acréscimo de vazão para abastecimento, para o atendimento dos municípios de Maricá e, principalmente, Rio Bonito.

- Apesar de não ter sido enfocada nos relatórios componentes dos estudos da 1ª fase e não ser efetivamente regulamentada pelo DNAEE, a vazão remanescente a ser considerada a jusante dos barramentos, muito importante, não só para os usuários ao longo desses trechos de rio, como também para a fauna e flora da região, além atuar como fator de diluição de águas poluidoras, foi abordada nesse relatório, tendo sido adotados os seguintes critérios para sua determinação:
 - ✓ Dividiu-se os mananciais em dois grupos em função do porte de suas vazões regularizáveis;
 - ✓ Definiu-se como restrição para os rios cuja capacidade de regularização exceda a vazão de 1 m³/s, a vazão mínima histórica ou a determinada através de métodos estatísticos;
 - ✓ Para os rios com vazões regularizáveis inferiores a 1 m³/s, adotou-se como valor para a definição da vazão remanescente, a parcela de 10% da vazão regularizada. O mesmo percentual foi aplicado em relação à vazão regularizada e também em relação à vazão mínima quando a captação for feita a fio d'água.

Como comentário final, o PDARJ menciona que essas captações seriam construídas nas cabeceiras dos mananciais, fato que permitiria a rápida recuperação das condições de escoamento dos rios através de suas contribuições laterais de jusante.

Como conclusão e recomendação do estudo de águas de superfície, o PDARJ menciona que:

- A mudança nos pontos de barramentos propostos pela IESA nos rio Macacu e Guapi-Açu, a partir de eixos mais a montante, inclusive em seus afluentes, minimizaria os custos de desapropriações;
- O aproveitamento do rio Macacu, que se apresentava como muito importante face à sua potencialidade, deveria ser postergada ao máximo a sua implantação, visto que implicava em desapropriação de áreas consideravelmente habitadas e, na relocação, de grandes extensões de rodovias e vias férreas, recomendando-se, entretanto que já se iniciasse os entendimentos para essas desapropriações.

A solução proposta era utilizar como manancial o canal de Imunana, cuja vazão mínima regularizada seria elevada para quase 20m³/s, através de sete reservatórios de acumulação implantados nas bacias hidrográficas dos rios Macacu e Guapi-Açu e seus afluentes

No aspecto demandas, destacou-se o fato de que o sistema proposto para Niterói e São Gonçalo abrangeria também a totalidade de Itaboraí e Maricá. Consideradas as demandas do sistema como um todo, e a capacidade da época de 5m³/s, a alternativa escolhida viria a complementar em 3 etapas, com o acréscimo de 4m³/s, entregues à população, em cada uma. As Tabelas 2.14 e 2.15 relacionam, respectivamente, a proposta para a implantação dos reservatórios de regularização de vazão para o sistema de abastecimento das cidades de Niterói e São Gonçalo e a evolução da vazão produzida no mesmo sistema.

Tabela 2.14: Sequência de Implantação dos Reservatórios de Regularização para Sistema Niterói São Gonçalo. Fonte: Adaptado de (CEDAE 1985)

Sequência de Implantação dos Reservatórios de Regularização			
Etapas de Implantação (1)	Reservatórios de Regularização	Vazões de Abastecimento (2)	
		Na Etapa	Acumulada
1 ^a	Guapi-Açu, Soarinho, Iconha	4,27	4,27
2 ^a	Cabocio/Anil, Paraíso, Rabelo	4,75	9,02
3 ^a	Macacu	3,30	12,32
Notas: (1) 1 ^a Etapa: início imediato 2 ^a Etapa: início de 1995 3 ^a Etapa: início de 2005 (2) Vazões regularizadas disponíveis para abastecimento			

Tabela 2.15: Produção de Água Tratada do Sistema Niterói São Gonçalo.

Fonte: Adaptado de (CEDAE 1985)

Produção de Água - Vazões Necessárias (m³/s)		
Município	Vazões	
	1^a Etapa (1995)	2^a Etapa (2010)
Niterói e São Gonçalo	8,123	14,254
Itaboraí	0,217	0,549
Maricá	0,324	0,562
Total do Sistema	8,664	15,365

Para o abastecimento da população do município de Cachoeiras de Macacu, 35.977 habitantes em 1980, o PDARJ previu a redução das perdas como solução para suportar o crescimento populacional. A meta prevista era de 20% em 1990. A perda seria reduzida através da substituição de redes.

A solução proposta contemplava também a construção de uma ETA junto ao reservatório de distribuição com o objetivo de tratar a vazão de 72 l/s captada no rio Souza. O reservatório existente possuía volume superior a 4.000 m³ e atenderia com folga às necessidades de armazenamento de água até o ano 2010. O posicionamento em cota elevada, entretanto, acarretava em pressões excessivas que comprometiam o funcionamento da rede, tornando-se necessário a construção de dois reservatórios de quebra-pressão, cada um com volume de 200 m³.

O Município de Itaboraí apresentava a área territorial de 526 km², subdivididos em 6 distritos, iniciando por Itaboraí (distrito sede), seguido por Porto das Caixas, Itambi, Sambaetibo, Tanguá e Cabuçu.

Possuía uma população recenseada, em 1980, de 116.161 habitantes, com economia basicamente dependente da produção agrícola.

A primeira delas, imediata, previa a construção de barragens de nível nos rios Valério (município de Cachoeiras de Macacu) e Caceribu (município de Rio Bonito). A veiculação das águas do rio Valério seria feita juntamente com excedente da vazão de abastecimento de Cachoeiras de Macacu através da Adutora de Macacu atendendo aos distritos de Itaboraí, Porto das Caixas e Sambaetiba. A partir do ano 2000, essa contribuição seria anulada em função da construção da barragem de regularização no rio Macacu, que inundaria grande parte do caminhamento da adutora, tornando impraticáveis as condições de manutenção na linha, que possuía o agravante de ser bastante antiga. As vazões do rio Caceribu seriam veiculadas através de adutora a ser implantada e atenderiam aos distritos de Tanguá e Itaboraí. A alternativa previa ainda a construção de uma derivação na Adutora de Macacu, em Itambí, que atenderia a esse distrito com água produzida na estação de Laranjal, em São Gonçalo, até que a ETA a ser construída em Itambi entrasse em operação. O distrito de Cabuçu, cujos núcleos urbanos estavam situados em locais distantes entre si e em relação às adutoras preconizadas, e em função de suas demandas de água reduzidas, deveria ser abastecido através de poços profundos, a serem construídos de forma escalonada, de acordo com a evolução das necessidades de água. O mesmo ocorreria com o distrito de Sambaetiba após a construção da barragem de regularização do Rio Macacu.

A segunda etapa de implantação, com o início previsto para 1990, dependia da execução de uma série de obras preconizadas para a solução de abastecimento de água dos municípios de Niterói e São Gonçalo, quais seriam as barragens de regularização em diversos rios das bacias do Macacu e do Guapi-Açu. A nova captação do canal do Imunana e a ETA de Itambi. Essa segunda fase compreendia a ampliação de reservatórios e elevatórios indicadas na etapa anterior.

Na terceira etapa, além de novas ampliações nas capacidades de recalque e reservação de algumas unidades, estava prevista a construção de uma nova adutora, interligando a ETA de Itambi. Essa segunda fase compreendia a ampliação de reservatórios e elevatórias indicadas na etapa anterior.

Na terceira etapa, além de novas ampliações nas capacidades de recalque e reservação de algumas unidades, estava previsto a construção de uma nova adutora, interligando a ETA de Itambi ao reservatório de Venda das Pedras.

A alternativa II tinha concepção semelhante à da Alternativa I, diferindo apenas em relação às fontes de produção. Nessa hipótese de solução o rio Caceribu, em primeira etapa, abasteceria apenas o, até então, distrito de Tanguá, evitando-se de início, a execução da adutora de interligação do reservatório desse distrito com o de Venda das Pedras. A complementação de vazão, para Itaboraí nesse caso, seria feita através de captação a ser construída no rio Macacu, a montante de Cachoeiras de Macacu. Essa medida provocaria a substituição do trecho de adução entre o reservatório do Valério e o primeiro reservatório de quebra-pressão a ser implantado em Cachoeiras de Macacu.

Quanto às demais unidade proposta nas diversas etapas foi previsto esquema de implantação idêntico ao da alternativa I, com exceção para o distrito de Sambaetiba, que nesse caso seria abastecido ao longo de todo o plano através de sangria na adutora do Macacu. Uma análise técnica das duas alternativas deixava antever a inconveniência da adoção de segunda hipótese de solução, que além de requerer a implantação de diversas unidades de custo relativamente alto, esbarrava na necessidade futura da regularização do rio Macacu logo a montante de Japuíba, que deixaria boa parte da Adutora do Macacu submersa, o que tornaria seu aproveitamento inviável, pelas razões já apresentadas. Dessa forma, optou-se pela solução de abastecimento preconizada na alternativa I que apresentava uma população recenseada, em 1980, de 33.076 habitantes, segundo dados IBGE.

O sistema de abastecimento de água de Maricá da época da elaboração desse estudo, atendia somente ao distrito sede, e tinha como fonte de abastecimento o

manancial subterrâneo. A alternativa I apresentava como solução para o abastecimento de água de Maricá, além do aproveitamento do sistema existente, a execução de um conjunto de obras cuja implantação se daria de maneira cronologicamente ordenada, a partir de 1985.

Nesse ano previa-se a implantação da barragem do rio Caranguejo, para o qual estimava-se a vazão de captação igual a 35 L/s, até o ano 2010.

A partir de 1990 era previsto a construção da barragem do rio Ubatiba para captar 50 L/s, uma ETA convencional para tratar suas águas e a integração do sistema Niterói/São Gonçalo ao de Maricá, fornecendo uma vazão máxima de 477 L/s para atender à demanda do município, até o fim do plano (2010). Esse comprometimento estava vinculado a realização de uma série de obras propostas para o abastecimento de água dos municípios de Niterói e São Gonçalo, compreendendo a implantação de algumas de algumas barragens de regularização, nas bacias dos rios Macacu e Guapi-Açu, uma nova captação no canal de Imunana, uma estação de tratamento de água em Itambí, distrito de Itaboraí, e alinha adutora de interligação entre os dois sistemas.

Pelo acima exposto, foram desenvolvidos os estudos técnicos e econômicos somente para as alternativas I e II.

2.2. PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BAÍA DE GUANABARA

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara (PDRH-BG) foi elaborado com o objetivo principal de estabelecer as bases de um modelo de gestão de recursos, para equacionar os conflitos relativos aos usos da água e reverter o processo de degradação ambiental (Ecologus-Agrar, 2005).

Em relação aos interesses da presente pesquisa, foram extraídos desse documento os itens do comportamento da demografia, demanda hídrica, disponibilidade hídrica, balanço hídrico, equacionamento dos déficits e compatibilização dos usos, com formulação de ações para solução dos déficits hídricos.

Para o planejamento do PDRH-BG, em relação aos recursos hídricos, foram definidos espaços relativamente homogêneos, denominados Unidades de Balanço (UB), onde foram confrontadas, através da metodologia do Balanço Hídrico (BH), as

demandas e disponibilidades hídricas, atuais e futuras, definidas nesses espaços com suficiente precisão, característica do próprio plano. Uma UB foi definida por uma bacia hidrográfica, bem como por múltiplos ou submúltiplos de bacia (ECOLOGUS-AGRAR, 2005). As UBs inseridas na área em estudo estão listadas no Apêndice E.

As projeções populacionais para os municípios da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara (RHBG) foram estimadas a partir de hipóteses sobre o comportamento das componentes demográficas em nível estadual nos próximos 20 anos e, em sequência, adotando-se um modelo de distribuição municipal que segue, em linhas gerais, o modelo de estimativas municipais adotado pelo IBGE. Importante destacar que apesar da região oceânica de Niterói e o município de Maricá não estejam integralmente localizados na RHBG, estes foram inclusos como porção leste da região devido aos planos de abastecimento futuro de suas populações tenham sido realizados a partir de mananciais da região hidrográfica em estudo. O Apêndice F apresenta as projeções de crescimento das populações municipais rurais e urbanas da região acima descrita, elaborada no PDRH-BH.

Para o cálculo da demanda hídrica foram estimadas, separadamente, as demandas urbana e rural, a partir da aplicação de coeficientes de demanda unitários, de acordo com os diferentes usos, partindo dos índices inferidos dos estudos de demanda do ano de elaboração do plano, considerando os usos consuntivos e não consuntivos.

Para a demanda urbana, foram utilizadas as informações da população desagregada ao nível de setores censitários e o consumo per capita. No balanço hídrico considerou-se que a demanda é influenciada pelos sistemas de abastecimento, assim como os seus índices de atendimento e perdas. Para a projeção de demanda para o abastecimento urbano, foi utilizada as seguintes condições de contorno: aumento da população; aumento do índice de atendimento; manutenção da quota per capita do ano de 2000 para os anos projetados; e, manutenção do índice de perdas do sistema.

Segundo o PDRH-BG, a projeção da população não atendida pelos sistemas de abastecimento de água atingiria um valor inferior a 8% no ano de 2020, como ilustrado na Tabela 2.16.

Tabela 2.16: Índice de Atendimento Projetado para os Sistemas de Abastecimento de Água da Região em Estudo. Fonte: Adaptado de (PDRH-BG)

Unidade de Balanço		Índice de Atendimento da População Urbana				
UB	Denominação	2000	2005	2010	2015	2020
UB-24.1	Rio Macacu	81	81	81	91	95
UB-24.2	Rio Guapi-Açu	21	21	21	61	80
UB-24.3	Canal Imunana					
UB-24.4	Rio Guapimirim	49	49	75	87	94
UB-24.5	Guapi-Macacu-Foz					
UB-25	Guapi-Macacu/Guaráí					
UB-26	Rio Guaráí					
UB-27	Guaráí/Caceribu-Macacu					
UB-28.1	Rio Bonito	68	68	84	92	96
UB-28.2	Tanguá	29	29	65	82	91
UB-28.3	Itaboraí	24	24	62	81	91
UB-29	Caceribu					
UB-30	Rio Guaxindiba	88	88	88	88	94
UB-31	Guaxindiba/Imboaçú	88	88	88	88	88
UB-32	Rio Imboaçú	88	88	88	88	94
UB-33	Imboaçú/Bomba	88	88	88	88	94
UB-34	Rio Bomba	80	99	99	99	99
UB-35	Bomba/Alameda	80	99	99	99	99
UB-36	Rio Alameda	80	99	99	99	99
UB-37	Alameda/C. Canto do Rio	80	99	99	99	99
UB-38	Canal do Canto do Rio C. Canto do Rio/Ponta Fortaleza	80	99	99	99	99
UB-39	S.	80	99	99	99	99
UB-40	Ilha de Paquetá	99	99	99	99	99
Áreas de Exportação						
	Região Oceânica de Niterói	4	99	99	99	99
	Maricá	0	0	50	75	75

Para o consumo de água per capita o plano chegou aos valores apresentados abaixo na Tabela 2.17.

Tabela 2.17: Cota PER CAPITA para os Sistemas de abastecimento de água da região em estudo para o ano de 2000. Fonte: Adaptado de (PDRH-BG)

Unidade de Balanço		Per capita
UB	Denominação	(l/hab.dia)
UB-24.1	Rio Macacu	249
UB-24.2	Rio Guapi-Açu	247
UB-24.3	Canal Imunana	
UB-24.4	Rio Guapimirim	249
UB-24.5	Guapi-Macacu-Foz	
UB-25	Guapi-Macacu/Guaráí	
UB-26	Rio Guaráí	
UB-27	Guaráí/Caceribu-Macacu	
UB-28.1	Rio Bonito	248
UB-28.2	Tanguá	251
UB-28.3	Itaboraí	250
UB-29	Caceribu	
UB-30	Rio Guaxindiba	250
UB-31	Guaxindiba/Imboáçu	242
UB-32	Rio Imboáçu	250
UB-33	Imboáçu/Bomba	250
UB-34	Rio Bomba	277
UB-35	Bomba/Alameda	274
UB-36	Rio Alameda	300
UB-37	Alameda/C. Canto do Rio	300
UB-38	Canal do Canto do Rio	299
	C. Canto do Rio/Ponta Fortaleza	299
UB-39	S.	299
UB-40	Ilha de Paquetá	303
Áreas de Exportação		
	Região Oceânica de Niterói	300
	Maricá	250

O índice de perdas dos sistemas de abastecimento de água utilizado foi o apresentado no sistema nacional de informações sobre saneamento de 2000, que apresenta o valor de 42,2% para a região operada pela CEDAE e 34% para a região operada pela Águas de Niterói.

A demanda do abastecimento urbano, projetada para o ano de 2020 no plano, chegou a um valor de aproximadamente 11 m³/s, conforme Apêndice G.

Para a estimativa das disponibilidades hídricas de superfície, foram realizadas a partir dos estudos das vazões anuais mínimas médias de sete dias consecutivos, com 10 anos de recorrência, $Q_{7,10}$, dos modelos da CPRM. Para o PDRH-BG, as vazões características médias de longo termo, Q_{mlt} , também foram estimadas a partir dos

modelos recomendados pela CPRM. A Tabela 2.18 apresenta os valores de $Q_{7,10}$ e Q_{mt} , estimados para os exutórios das unidades de balanço.

Tabela 2.18: Estimativa de vazões por unidades de balanço. Fonte: Adaptado de (PDRH-BG)

Unidade de Balanço		Área (Km ²)	Vazão (m ³ /s)	
			Q _{mt}	Q _{7,10}
UB-24.1	Rio Macacu	508,61	19,700	3,520
UB-24.2	Rio Guapi-Açu	568,28	23,900	3,940
UB-24.3	Canal Imunana	1083,87	43,900	7,597
UB-24.4	Rio Guapimirim	132,38	5,730	0,896
UB-24.5	Guapi-Macacu-Foz	1250,78	51,300	8,788
UB-25	Guapi-Macacu/Guaráí	1,33	0,039	0,008
UB-26	Rio Guaráí	29,36	0,889	0,194
UB-27	Guaráí/Caceribu-Macacu	2,38	0,068	0,015
UB-28.1	Rio Bonito	27,26	0,828	0,180
UB-28.2	Tanguá	383,74	11,400	2,643
UB-28.3	Itaboraí	822,38	23,800	5,738
UB-29	Caceribu	1,91	0,052	0,012
UB-30	Rio Guaxindiba	142,72	3,670	0,967
UB-31	Guaxindiba/Imboáçu	11,21	0,281	0,073
UB-32	Rio Imboáçu	29,09	0,717	0,192
UB-33	Imboáçu/Bomba	17,37	0,413	0,114
UB-34	Rio Bomba	2,74	0,063	0,017
UB-35	Bomba/Alameda	5,16	0,121	0,033
UB-36	Rio Alameda	9,66	0,230	0,063
UB-37	Alameda/C. Canto do Rio	10,72	0,256	0,070
UB-38	Canal do Canto do Rio	2,79	0,065	0,018
UB-39	C. Canto do Rio/Ponta Fortaleza S.	9,35	0,221	0,061
TOTAL		5053,09	187,643	35,139

No que diz respeito ao balanço hídrico, o PDRH-BG considerou os aspectos físicos de interação do ciclo hidrológico e os aspectos legais da política de recursos hídricos do estado. Para este foram analisados dois conjuntos ou duas configurações:

- 1ª configuração (SHexut) – decorrente dos balanços hídricos globais, ou seja, balanços entre as disponibilidades e as demandas totais atuais e futuras nas UBs, sem se preocupar com a qualidade da água disponível; e
- 2ª configuração (SHcapt) – resultante do balanço entre as ofertas hídricas para os sistemas de abastecimento de água potável e as demandas das populações

urbanas, tendo em vista que esta parcela representa cerca de 92% do total de demandas consultivas atuais.

O saldo hídrico nos exutórios das UBs (SHexut) caracteriza uma situação em que as demandas crescerão segundo o cenário de desenvolvimento tendencial, enquanto as ofertas se manterão constantes, permitindo identificar os locais onde ocorrerão os déficits hídricos, conforme Tabela 2.19.

Tabela 2.19: Saldo Hídrico nos exutórios das UBs, em m³/s. Fonte: Adaptado de (PDRH-BG)

Unidades de Balanço		Saldos Hídricos				
Denominação	Código	2000	2005	2010	2015	2020
Rio Macacu	UB-24-01	1,274	1,225	1,188	1,152	1,116
Rio Guapi-Açu	UB-24-02	1,843	1,837	1,832	1,847	1,855
Canal Imunana	UB-24-03	-2,151	-3,335	-4,544	-5,527	-6,474
Rio Guapimirim	UB-24-04	0,344	0,327	0,306	0,282	0,252
Guapi-Macacu-Foz	UB-24-05	0,554	0,549	0,545	0,54	0,536
Guapi-Macacu/Guaráí	UB-25	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Rio Guaráí	UB-26	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097
Guaráí/Caceribu-Macacu	UB-27	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
Rio Bonito	UB-28-01	0,062	0,056	0,048	0,038	0,023
Tanguá	UB-28-02	1,227	1,21	1,193	1,174	1,156
Itaboraí	UB-28-03	2,02	1,89	1,777	1,662	1,545
Caceribu	UB-29	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Rio Guaxindiba	UB-30	0,278	0,157	0,038	-0,079	-0,193
Guaxindiba/Imboaçú	UB-31	0,036	0,036	0,036	0,035	0,035
Rio Imboaçú	UB-32	0,044	0,028	0,011	-0,006	-0,022
Imboaçú/Bomba	UB-33	0,002	-0,008	-0,019	-0,028	-0,038
Rio Bomba	UB-34	-0,006	-0,01	-0,016	-0,02	-0,026
Bomba/Alameda	UB-35	-0,009	-0,009	-0,008	-0,007	-0,006
Rio Alameda	UB-36	-0,022	-0,022	-0,02	-0,019	-0,017
Alameda/C. Canto do Rio	UB-37	-0,061	-0,061	-0,058	-0,055	-0,051
Canal do Canto do Rio	UB-38	-0,012	-0,012	-0,011	-0,011	-0,01
C. Canto do Rio/Ponta Fortaleza S.	UB-39	0,011	0,011	0,012	0,012	0,013
Ilha de Paquetá	UB-40	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004
Saldos afluentes à baía ...		5,551	3,986	2,427	1,107	-0,188

Neste balanço as disponibilidades hídricas de cada UB são representadas pelas vazões $Q_{7,10}$ na própria UB, mais as vazões remanescentes (inclusive retornos) das UBs de montante (se houver), mais os incrementos de vazões regularizadas e mais as vazões importadas de UBs ou bacias vizinhas. As demandas hídricas, com exceção das demandas ecológicas, variarão ao longo do tempo, de acordo com as taxas de crescimento das populações, rebanhos, áreas irrigadas e outras, não sofrendo qualquer tipo de restrição ou melhorias na eficiência de distribuição e uso.

No caso do saldo hídrico nas captações dos sistemas de abastecimento (SH capt), o PDRH-BG buscou representar o resultado do confronto entre as ofertas hídricas nos pontos de captação ou importadas de outra UB ou bacia e as demandas hídricas para abastecimento das populações urbanas projetadas para o período de 2000 a 2020 (inclusive perdas), mantendo-se constantes os per capita destas populações.

O saldo hídrico obtido, para cada UB, é apresentado no Apêndice H, onde os saldos negativos (déficits) estão em destaque.

Os resultados do balanço hídrico nos exutórios das UBs (SHexut) mostram que, mesmo sem considerar os aspectos de qualidade da água, diversas UBs apresentariam déficit hídrico no período de 2000 a 2020, se fosse respeitada a exigência de se manter uma descarga remanescente no curso d'água de 50% do $Q_{7,10}$. As situações mais graves aconteceriam nas UBs da área leste, nos municípios de Niterói e São Gonçalo, onde é maior o grau de urbanização e industrialização.

De acordo com o balanço nos sistemas de abastecimento urbano (SHcapt) de oferta de água, com o crescimento da população ocorrerão déficits hídricos em todos os sistemas de abastecimento, destacando-se os déficits de 6,491 m³/s, no sistema Imunana, que atende os municípios de Itaboraí, São Gonçalo e Niterói, e as áreas fora do estudo, região litorânea de Niterói e Maricá.

O plano ainda destaca que o total das demandas para atendimento das populações urbanas, incluindo perdas, projetadas para o ano de 2020, é da ordem de 11 m³/s. Com esses números fica perceptível a necessidade de ações para reduzir a demanda ou aumentar a oferta de água disponível para o abastecimento urbano.

2.2.1 Equacionamento dos Déficits e Compatibilização dos Usos

O PDRH-BG formulou um conjunto de ações, atuando sobre as unidades de balanço deficitárias, de forma a equacionar os conflitos hídricos identificados nos

diversos umbrais do plano. Esse conjunto consiste em sete tipos de ações, sendo duas não estruturais, não necessitando de obras para sua efetivação e não interferem nos sistemas fluviais, e cinco estruturais, que exigem a implementação de obras.

As ações não estruturais foram descritas como gestão das demandas, buscando as tendências mais modernas na gestão dos recursos hídricos, com a conservação e combate ao desperdício de água. Esse tipo de ação foi alinhada com o objetivo do programa nacional de combate ao desperdício do ministério das cidades (PNDCA).

Para isso o programa sugerido pelo PDRH-BH para combate as perdas, pressupõe que as perdas reduzam do valor médio de 40%, dado do ano de 2000, para até 30% no ano de 2020. Um outro programa não estrutural proposto no plano, prevê redução de 10% no valor per capita até o ano de 2020, a partir de programas dessa natureza junto a população urbana.

Para as ações estruturais, foram consideradas intervenções de barragens de regularização, obras de transferência de vazões, ampliação de captações existentes e utilização de água subterrânea.

O PDRH-BH selecionou 6 sítios barráveis que apresentavam as melhores condições socioeconômicas e ambientais, para a região de estudo dessa dissertação. Foram analisados conjuntos alternativos de obras de regularização que atendessem os déficits previstos. Dentre esses seis, foram selecionados 2 barragens que aumentarão a oferta de água no sistema de abastecimento de Imunana, com vazão regularizada de 3,557 m³/s, com as características descritas no Apêndice I.

Uma obra para transferência de vazão é proposta no PDRH-BG para aumentar a disponibilidade hídrica no sistema Imunana a partir do rio Caceribu. O conjunto de obras é composto de uma captação de água no rio Caceribu, na fazenda Macacu, próximo à localidade de Porto das Caixas; uma elevatória e um canal de condução da água até o ponto de deságue no canal de Imunana. A proposta é que de início sejam transferidos 1,6 m³/s e após a construção da barragem de Tanguá, 3 m³/s.

O PDRH-BG propõe a ampliação da captação existente no sistema Tanguá, que possui captação no rio Caceribu Pequeno, e que no ano de elaboração do plano, era da ordem de 38 L/s, para a ordem de 140 L/s.

Como forma de complementar o suprimento da água a população urbana, os sistemas de abastecimento poderão ser reforçados com a exploração de águas subterrâneas. As reservas de água subterrânea foram projetadas para serem fontes de

abastecimento para as comunidades próximas aos aquíferos. Na Tabela 2.20 estão descritas as estimativas de exploração de água subterrânea.

Tabela 2.20: Sistemas de Abastecimento de Água. Fonte: Adaptado de (PDRH-BG)

Sistema de Abastecimento de Água	Aquífero	Área (km ²)	Reservas Renováveis (l/s)	Volume D'água Necessário (l/s)			Quantidade de Poços		
				2010	2015	2020	2010	2015	2020
Magé/ Piabetá	Aluvião do Inhamorim	25,16	287,25	144	89	0	26	16	0
Magé/ Suruí	Aluvião do Suruí	14,45	165,02	20	28	9	4	3	2
Magè/ Santo Aleixo	Aluvião do Roncador	15,15	173,22	86	0	0	16	0	0
Magé/ Santo Aleixo	Cristalino	-	-	40	32		15	12	
Magé/ Paraíso	Aluvião Guapi-Açu	66,02	753,66	78	40	30	14	7	6
Guapimirim/ Soberbo	Aluvião Guapimirim	36,21	413,39	59	43	29	11	8	5
Macacu	Aluvião do Macacu	50,45	575,88	29	0	45	5	0	8
Tanguá	Aluvião do Tanguá	27,12	309,55	11	71	58	2	13	11
Imunana	Aluvião do Caceribu	31,92	364,41	150	0	0	27	0	0
Imunana	Formação Macacu	78,54	747,03	150	0	0	27	0	0
Total		419,88	4.643,92	795	391	171	152	75	32

Assim, o PDRH-BG previu que as ações propostas teriam início de atuação a partir do ano de 2005, atuando sobre as unidades de balanço deficitárias. As medidas propostas no plano para racionalização do uso da água resultariam em uma redução das demandas em cerca de 4,87 m³/s, até o ano de 2020, enquanto as medidas estruturais de aumento da oferta hídrica resultariam em um aumento da disponibilidade hídrica de 8,91 m³/s, conforme Apêndice I. No que tange às reduções das perdas, as propostas poderiam contribuir com cerca de 2 m³/s para equacionar, em parte, os déficits previstos para o ano de 2020, Apêndice I.

2.2.2 Programas do PDRH-BG

Partindo das premissas dos dados levantados na fase de diagnóstico, o planejamento do uso futuro dos seus recursos hídricos foi elaborado, tendo como base os cenários de desenvolvimento projetados e a evidência de que é necessário e urgente não apenas ampliar a oferta de água, mas melhorar os processos historicamente adotados de gestão dos recursos hídricos.

A implantação do PDRH-BG é condicionada a prática de um conjunto abrangente e estruturado de intervenções governamentais e sociais, tendo como objetivo estratégico garantir a gestão integrada dos recursos hídricos, articulando e compatibilizando os processos de aumento da oferta e a racionalização do uso da água.

Essas intervenções foram ordenadas e apresentadas em forma de programas, que tem por objetivo concretizar e compatibilizar o uso racional dos recursos hídricos com o cenário de desenvolvimento desejado para a região, para o ano de 2020.

Visando o interesse dessa dissertação, são destacados os programas para melhoria da quantidade de água, que são: combate ao desperdício de água; e implantação de infraestrutura hidráulica para aumento da oferta hídrica.

O Programa de Combate ao desperdício de água, apresentado na Figura 2.1, conta, além do seu planejamento, com a atividade de micromedição, para controle de pressão, redução de perdas na produção e outros, e macromedição, substituindo trechos de rede, combate ativo de vazamentos e campanha educacional. Esse programa apresenta um objetivo de contribuição para equacionar os déficits hídricos da região, otimizando os abastecimentos de água.

O Programa de Implantação de Infraestrutura Hidráulica, conforme Figura 2.2, visa através da construção de reservatórios de acumulação nos períodos de chuva para compensar o período de estiagem. Além disso ele recomenda a transferência de vazão do rio Caceribu para o sistema de Imunana, de forma a atender a região de maior concentração populacional.

PDRH - BG	Resumo do Programa			
Grupo:	I – Programas para Melhoria da Quantidade de Água			
Título do Programa:	I.1 – Combate ao Desperdício de Água			
1 – Situação Atual				
<p>O diagnóstico dos serviços de água e esgoto do Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento (SNIS) detectou a existência de uma perda superior a 40% nos sistemas de distribuição de água e de um <i>per capita</i> médio da ordem de 266 l/hab.dia, na RHBG, no ano de 2000, índices superiores à média da região sudeste. Valores tão elevados representam importante impacto na parcela da demanda para abastecimento urbano.</p> <p>Assim, na busca pelo equacionamento dos déficits apresentados no balanço hídrico, em uma região onde o número de mananciais com qualidade e quantidade de água suficiente para assegurar o abastecimento de água das populações é escasso, o PDRH propõe um melhor uso da água disponibilizada, obtido pela gestão das demandas, através de um Programa de Combate ao Desperdício de Água (PDCA).</p>				
2 – Objetivos				
<p>O objetivo principal deste PDCA é contribuir para o equacionamento dos déficits apresentados no Balanço Hídrico, reduzindo a necessidade de aplicação de medidas estruturais na Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e a dependência de água importada de fora desta região. O uso racional da água de abastecimento público, na área urbana, trará outros benefícios relativos à saúde pública, saneamento ambiental e à eficiência dos serviços, propiciando a melhor produtividade dos ativos existentes e a postergação de parte dos investimentos para a ampliação dos sistemas.</p>				
3 – Diretrizes				
<p>O alvo principal deste Programa é a população urbana, porém, populações rurais e empresas dos setores da indústria e de serviços, que utilizam água em abundância, seja ela parte integrante ou não de seu processo, deverão também integrar a clientela a ser assistida durante a execução do Programa.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Integração entre os principais atores envolvidos. ➤ Ampliação e consolidação da consciência quanto ao aspecto limitado do recurso hídrico. ➤ Estabelecer acordos de melhoria de desempenho para os principais usuários da RHBG, seja ele usuário direto ou indireto. 				
4 – Linhas de ação				
<p>O Programa deverá contemplar as seguintes linhas de ação:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Recuperação de água nos sistemas de abastecimento, a partir do incremento da micromedição, com a instalação de hidrômetros; controle de pressão na rede e combate a perdas no processo de produção, bombeamento e reservação; implementação de macromedição; substituição de trechos antigos e que já não possuem boas condições de uso; estruturação para combate ativo dos vazamentos. ➤ Racionalização no uso da água pelo usuário final, obtida pelo estabelecimento de uma política tarifária adequada; pela regulamentação e definição de normas técnicas aplicadas aos usos, edificações e equipamentos; pelo incentivo à adoção de equipamentos de baixo consumo; pela reciclagem de águas servidas ou uso de água não potável para usos menos exigentes; e pela realização de campanhas de informação, mobilização e educação da sociedade. 				
5 – Metas				
	<u>2005</u>	<u>2010</u>	<u>2015</u>	<u>2020</u>
Redução da quota <i>per capita</i> , em:	0%	2%	5%	10%
Redução do índice de perdas do Sistema de Abastecimento Urbano, em:	0%	12,5%	12,5%	25%

Figura 2.1: Programa de Combate ao Desperdício. Fonte: PDRH-BG

PDRH - BG	Resumo do Programa
Grupo:	I – Programas para Melhoria da Quantidade de Água
Título do Programa:	I.2 – Implantação de Infra-Estrutura Hidráulica
1 – Situação atual	
<p>O déficit hídrico total dos sistemas de abastecimento urbano, na RHBG, tende a se agravar ao longo do período de 2000 a 2020, passando de 4,03 m³/s para 12,64 m³/s. A captação no canal de Imunana (UB-24-03), se respeitada a restrição de conservação de uma vazão remanescente de 50% do $Q_{7,10}$, apresentaria, no ano de 2000, um déficit de aproximadamente 2,22 m³/s, o qual passará para cerca de 6,49 m³/s, no ano de 2020.</p> <p>Para a solução dos déficits atuais e futuros identificados, o PDRH-BG preconizou, além da gestão das demandas, a ativação das potencialidades hídricas locais, a partir da implantação de reservatórios de regularização de vazão, em locais estratégicos, e da construção de estrutura para transferência de vazões.</p>	
2 – Objetivos	
<p>Este Programa tem como objetivo geral contribuir para a solução dos déficits prospectados para a Região Hidrográfica da Baía da Guanabara, através do aumento das disponibilidades hídricas, obtido a partir da construção de reservatórios e de estrutura para transferência de vazões.</p> <p>Assim, foi proposta a implantação de uma estrutura de transferência de vazões do rio Caceribu para o canal de Imunana e das barragens de Tanguá (EA-23) e Duas Barras (EA-17), para incrementar a disponibilidade hídrica do Sistema Imunana – Laranjal</p> <p>A construção destas estruturas hidráulicas permitirá a eliminação de déficits hídricos da ordem de 4,15 m³/s, em Imunana equivalentes a cerca de 36% do total dos déficits para o ano de 2020.</p>	
3 – Diretrizes	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Integração entre os atores envolvidos (governo estadual, concessionárias, prefeituras). ➤ Esclarecimento e conscientização da importância das obras e necessidade de sua preservação. ➤ Prioridades de implantação – gravidade do déficit e melhor custo/benefício. 	
4 – Linhas de Ação	
<p>O Programa deverá contemplar as seguintes linhas de ação:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Estabelecimento de acordos entre cada uma das entidades envolvidas na implantação das obras (SERLA, FEEMA e CEDAE). ➤ Formalização de acordos e convênios entre o(s) comitê(s) de bacia, os governos estadual e municipais. ➤ Formalização de contratos de empréstimo com os bancos de desenvolvimento, Caixa Econômica Federal e órgãos financiadores internacionais. ➤ Caracterização das obras (barragens, tomada de água, elevatória e canal), elaboração dos estudos e projetos. 	

Figura 2.2: Programa de Implantação de Infraestrutura Hidráulica. Fonte: PDRH-BG

2.3. PROJETO MACACU

A Universidade Federal Fluminense (UFF), com o apoio da Fundação Euclides da Cunha (FEC), participou e foi vencedora da segunda edição da seleção pública do Programa Petrobras Ambiental, em 2006, para a área temática “Água: Corpos d’Água Doce e Mar”. O projeto vencedor pela UFF, intitulado “Planejamento Estratégico da Região Hidrográfica dos Rios Guapi-Macacu e Caceribu-Macacu”, ou ainda “Projeto

Macacu”, teve por objetivo principal propor o aumento da disponibilidade hídrica na região através do estudo de eixos alternativos para projetos de barramentos (UFF/FEC, 2010).

A disponibilidade hídrica foi estimada a partir da formulação proposta em HORA (2008), que define que a disponibilidade hídrica refere-se à vazão ainda disponível para outorga em um curso d’água, descontadas, da vazão máxima outorgável (VMO), as vazões ecológicas e as outorgadas indicando, portanto, a situação hídrica de escassez (resultado negativo) ou de abundância (resultado positivo) de uma determinada bacia hidrográfica. Segundo a autora, a disponibilidade hídrica pode ser expressa por:

$$DiH = VMO - Usos \quad (1)$$

Onde DiH representa a disponibilidade hídrica, em m³/s.

Os usos ou demanda hídrica são representados pela soma das vazões retiradas pelas captações existentes na bacia, pelas outorgas concedidas e pelo consumo de água por parte da agropecuária existente em cada município presente na área de estudo. Podem ser expressos por:

$$DeH = Cap + Out + CAA \quad (2)$$

Onde:

DeH demanda hídrica atual, em m³/s.

Cap captações existentes, em m³/s.

Out outorgas existentes, em m³/s.

CAA consumo de água pela agropecuária, em m³/s.

A respeito dos estudos de demanda hídrica, COSTA (2009) buscou estimar a demanda para três cenários distintos. No primeiro, a demanda foi estimada pela diferença entre a disponibilidade e a demanda hídrica atual. No segundo cenário, o cálculo foi realizado pela diferença entre a disponibilidade e a demanda hídrica definida para o ano de 2020, com base nos dados de ECOLOGUS-AGRAR (2003) sem a presença do complexo petroquímico do COMPERJ. Já o terceiro cenário contemplou o cálculo pela diferença entre a disponibilidade e a demanda hídrica definidas para o ano de 2020 com base nos dados de CONCREMAT (2007) com a presença do COMPERJ.

No ultimo cenário, a demanda contemplou todos os usos da água, inclusive o acréscimo populacional da região, oriundo dos empregos diretos e indiretos gerados na

área, excluindo apenas o consumo de água por parte do próprio empreendimento, visto que este foi tratado à parte entre a Petrobras e o Governo Estadual.

O balanço hídrico foi calculado em cinco seções apresentadas na Tabela 2.22, considerando-se as vazões características $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$ (Tabela 2.23). É importante ressaltar que estes resultados apresentados levaram em consideração a VMO igual a 50% da $Q_{7,10}$.

Tabela 2.21: Sub-bacia ou trecho do rio representativo. Fonte: Projeto Macacu

Seção de Interesse	Justificativa
Foz do rio Guapimirim	Representa o local a jusante das captações do município de Guapimirim.
Barragem Imunana - rio Macacu	Representa o local a jusante da captação de Imunana, que abastece diversos municípios, bem como os diversos usos do município de Cachoeiras de Macacu.
Rio Caceribu (a jusante do rio Porto das Caixas)	Representa o local a jusante das captações do município de Itaboraí e São Gonçalo.
Rio Caceribu (a montante do rio dos Duques Duques)	Representa o local a jusante das captações do município de Tanguá
Rio Caceribu (a montante do rio Tanguá)	Representa o local a jusante das captações do município de Rio Bonito.

Tabela 2.22: Disponibilidade hídrica nas seções de interesse. Fonte: Projeto Macacu

Sub-bacia ou Trecho de Rio	Área de Drenagem (km ²)	Disponibilidade Hídrica (m ³ /s)	
		$Q_{95\%}$	$Q_{7,10}$
Foz do rio Guapimirim	130,70	1,73	1,42
Barragem Imunana	1122,30	14,92	12,46
Rio Caceribu (a jusante do rio Porto das Caixas)	758,30	10,07	8,38
Rio Caceribu (a montante do rio dos Duques)	302,60	4,02	3,33
Rio Caceribu (a montante do rio Tanguá)	118,20	1,57	1,28

Os dados das captações existentes foram extraídos de ECOLOGUS-AGRAR (2003) e estão relacionados na Tabela 2.23. Os usuários cadastrados na bacia, ou seja, a lista de outorgas concedidas na região foi obtida da extinta Fundação SERLA e estão presentes na Tabela 2.24.

Tabela 2.23: Vazões médias por sistema de captação. Fonte: ECOLOGUS-AGRAS, 2003.

Sistemas de Captação	Manancial	Vazão (m ³ /s)
Imunana	Macacu	7,00
Cachoeiras de Macacu	Mananciais da Serra	0,30
Soberbo	Soberbo	0,08
Tanguá	Caceribu Pequeno	0,04
Magé	Paraíso	0,04

Tabela 2.24: Disponibilidade hídrica nas seções de interesse. Fonte: Projeto Macacu

Sub-bacia ou Trecho de Rio	Área de Drenagem (km ²)	Disponibilidade Hídrica (m ³ /s)	
		Q _{95%}	Q _{7,10}
Foz do rio Guapimirim	130,70	1,73	1,42
Barragem Imunana	1122,30	14,92	12,46
Rio Caceribu (a jusante do rio Porto das Caixas)	758,30	10,07	8,38
Rio Caceribu (a montante do rio dos Duques)	302,60	4,02	3,33
Rio Caceribu (a montante do rio Tanguá)	118,20	1,57	1,28

As Tabelas 2.25, 2.26 e 2.27 ilustram os valores da demanda hídrica estimados por COSTA (2009) em cada uma das seções pré-definidas em cada um dos cenários.

Tabela 2.25: 1º Cenário: Demanda hídrica atual (ano 2008). Fonte: COSTA, 2009.

Sub-bacia ou Trecho de Rio	Demanda Hídrica Atual (m ³ /s)
Foz do rio Guapimirim	0,26
Barragem Imunana	8,80
Rio Caceribu (a jusante do porto das Caixas)	0,55
Rio Caceribu (a montante do rio dos Duques)	0,44
Rio Caceribu (a montante do Tanguá)	0,52

Tabela 2.26: 2º Cenário: Demanda hídrica 2020 sem COMPERJ. Fonte: COSTA, 2009.

Sub-bacia ou Trecho de Rio	Demanda Sem COMPERJ 2020 (m³/s)
Foz do rio Guapimirim	0,35
Barragem Imunana	10,73
Rio Caceribu (a jusante do porto das Caixas)	0,67
Rio Caceribu (a montante do rio dos Duques)	0,47
Rio Caceribu (a montante do Tanguá)	0,70

Tabela 2.27: 3º Cenário: Demanda hídrica 2020 com COMPERJ. Fonte: COSTA, 2009.

Sub-bacia ou Trecho de Rio	Demanda Com COMPERJ 2020 (m³/s)
Foz do rio Guapimirim	0,37
Barragem Imunana	10,88
Rio Caceribu (a jusante do porto das Caixas)	0,77
Rio Caceribu (a montante do rio dos Duques)	0,48
Rio Caceribu (a montante do Tanguá)	0,71

A Tabela 2.28 mostra os resultados que foram alcançados ($Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) no cálculo do balanço hídrico para os três cenários.

Tabela 2.28: Balanço hídrico na região hidrográfica dos rios Macacu e Caceribu.

Fonte: Adaptado de COSTA, 2009.

Sub-bacia ou Trecho de Rio	Balanço Atual Ano 2008		Ano 2020 Sem COMPERJ		Ano 2020 Com COMPERJ	
	Q _{95%}	Q _{7,10}	Q _{95%}	Q _{7,10}	Q _{95%}	Q _{7,10}
Foz do rio Guapimirim	0,60	0,44	0,51	0,35	0,49	0,34
Barragem Imunana	-1,34*	-2,57*	-3,27*	-4,5*	-3,42*	-4,65*
Rio Caceribu (jus. rio Porto das Caixas)	4,48	3,64	4,36	3,52	4,26	3,42
Rio Caceribu (mont. rio dos Duques)	1,57	1,22	1,54	1,19	1,53	1,18
Rio Caceribu (mont. rio Tanguá)	0,26	0,12	0,08	-0,06*	0,07	-0,08*

* - Os valores negativos indicam déficit hídrico.

A fim de se validar estes resultados apresentados, foi realizada uma comparação com os valores definidos em ECOLOGUS-AGRAR (2003), cujo cenário atual considerado para estudo foi o ano de 2000. Desta maneira, estes resultados foram comparados à seção denominada Barragem Imunana, cujo valor foi de $-2,57 \text{ m}^3/\text{s}$ para o ano 2008, no Projeto Macacu, enquanto que em ECOLOGUS-AGRAR (2003) foi encontrado o valor de $-2,15 \text{ m}^3/\text{s}$ para o ano 2000. Considerando que ECOLOGUS-AGRAR previa, para os próximos cinco anos (em 2005), investimentos em obras de ampliação na captação que não foram concretizados, pode-se considerar que o cenário do ano 2000 refletiu ainda a realidade do Sistema Imunana, agravado pelo déficit acumulado ao longo dos anos. Desta forma, ratificou-se o valor encontrado pelo Projeto Macacu no cenário atual, tendo como ano base, 2008.

2.3.1 Proposição de Alternativas para Aumento da Disponibilidade Hídrica

Segundo UFF/FEC (2010), no âmbito do Projeto Macacu foram estudadas alternativas que de alguma forma pudessem aumentar a disponibilidade hídrica da região.

Inicialmente, foram avaliadas as opções elaboradas por CONCREMAT (2007). Este, cita cinco alternativas de captação de águas superficiais (no rio Guandu, no reservatório de Ribeirão das Lajes, no rio Paraíba do Sul, no rio Guapi-Açu e no Lago

de Juturnaíba); duas envolvendo soluções de reuso da água (efluentes das estações de tratamento de esgotos da CEDAE e efluentes do processo de tratamento da água da ETA Guandu) e uma última de dessalinização das águas da Baía de Guanabara.

Contudo, ao se analisar as opções plausíveis dentre essas, duas foram rapidamente descartadas por dificuldades diversas para sua execução: o reuso de esgotos das ETEs e a dessalinização. Outras como são as captações no rio Guandu, na barragem do Ribeirão das Lajes e no rio Paraíba do Sul totalizam custos de implantação muito altos e da mesma maneira foram descartadas. A que considera o reuso das águas provenientes da retro lavagem dos filtros da ETA Guandu vem sendo discutida para atender diretamente a demanda do COMPERJ. Segundo NORONHA (2009), a transposição das águas do Lago Juturnaíba também deve ser descartada já que resultaria em prejuízos irreversíveis ao meio ambiente local e para a população localizada a jusante do barramento.

Desta forma, dentre os eixos de barramentos estudados por UFF/FEC (2010), aquele apontado como solução para o déficit hídrico dos municípios de Niterói, São Gonçalo e Itaboraí, foi o Eixo Guapi-Açu Jusante.

2.4. PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA

O Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), criado na esfera federal, está sendo desenvolvido pela Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR, por intermédio de Convênio firmado com a Fundação para a Pesquisa Ambiental – FUPAM da Universidade de São Paulo.

O Programa tem por objetivo geral promover o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços, propiciando a melhor produtividade dos ativos existentes e a postergação de parte dos investimentos para a ampliação dos sistemas. Tem por objetivos específicos definir e implementar um conjunto de ações e instrumentos tecnológicos, normativos, econômicos e institucionais, concorrentes para uma efetiva economia dos volumes de água demandados para consumo nas áreas urbanas (PNCDA).

Esse Programa gerou diversos Documentos Técnicos de Apoio (DTA), abrangendo três principais áreas de atuação, sendo elas: planejamento, gestão e

articulação institucional das ações de conservação e uso racional da água; conservação da água nos sistemas públicos de abastecimento; e conservação da água nos sistemas prediais.

Enquanto instrumento da Política Nacional de Saneamento, o PNCDa subordina-se ao objetivo geral daquela. As ações específicas de combate ao desperdício têm na universalização do acesso aos serviços o principal objetivo e mais importante benefício a ser contabilizado nas análises de benefícios e custos. Segundo PNCDa, não se trata simplesmente de ações voltadas à melhoria de eficiência econômica dos serviços, mas à recuperação de vazões em benefício da universalização.

São objetivos específicos do Programa:

I) Promover a produção de informações técnicas confiáveis para o conhecimento da oferta, da demanda e da eficiência no uso da água de abastecimento urbano;

II) apoiar o planejamento de ações integradas de conservação e uso racional da água em sistemas municipais, metropolitanos e regionais de abastecimento, incluindo componentes de gestão de demanda (residencial e não residencial), de melhoria operacional no abastecimento e de uso racional da água nos sistemas prediais;

III) apoiar os serviços de saneamento básico no manejo de cadastros técnicos e operacionais com vistas à redução nos volumes de águas não faturadas;

IV) apoiar os serviços de saneamento básico na melhoria operacional voltada à redução de perdas físicas e não físicas, notadamente em macromedição, micromedição, controle de pressão na rede e redução de consumos operacionais na produção e distribuição de água;

V) promover o desenvolvimento tecnológico de componentes e equipamentos de baixo consumo de água para uso predial, inclusive normalização técnica, códigos de prática e capacitação laboratorial;

VI) apoiar os programas de gestão da qualidade aplicados a produtos e processos que envolvam conservação e uso racional da água nos sistemas públicos e prediais.

Os principais componentes de apoio técnico são:

- Produção de informações operacionais. Diz respeito a medidas direta ou indiretamente voltadas à melhoria de confiabilidade dos indicadores operacionais de interesse para conservação e uso racional da água.

- Previsão de demanda. A qualidade da previsão de demanda é pré-requisito para o planejamento e para a avaliação de eficácia das medidas de conservação e combate ao desperdício de água.
- Gestão integrada de recursos. Diz respeito a planos regionais e locais de combate ao desperdício de água, articulados com uma visão mais ampla de aproveitamento múltiplo de recursos hídricos.
- Manejo de cadastros. As medidas que integram este componente são relativas à gestão integrada de cadastros comerciais e operacionais, aplicando técnicas de levantamento e registro de informações com diferentes níveis de sofisticação. Estes níveis variam desde a simples compatibilização dos cadastros comercial e operacional até o gerenciamento de bases digitalizadas de informações geográficas integradas a sistemas telecomandados de aquisição de dados operacionais.
- Macromedição e micromedição. Estes sistemas são decisivos na confiabilidade de informações geradas, assim como para o planejamento de toda e qualquer ação mais sofisticada de combate ao desperdício de água.
- Controle de pressão e vazamentos na rede. Este componente diz respeito às medidas preventivas e corretivas de controle de perdas físicas nos sistemas de abastecimento de água.
- Redução do consumo operacional. Este componente corresponde medidas de redução de consumo operacional enfocadas nas vazões excedentes ao necessário para desinfecção, teste de estanqueidade, lavagem de filtro e outros, e também das vazões que, embora não excedentes ao necessário para o processo considerado, sejam passíveis de redução mediante a adoção de novos processos.

O PNCDA distribui as informações em arquivos denominados Documento Técnico de Apoio (DTA), que descreve desde a apresentação do programa até Código de Prática de Projeto e Execução de Ramais Prediais de Água em Polietileno. Serão destacados abaixo, os que se relacionam diretamente com a temática dessa dissertação.

2.4.1 DTA A2 – Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água

Em sistemas públicos de abastecimento, do ponto de vista operacional, as perdas de água são consideradas correspondentes aos volumes não contabilizados. Esses englobam tanto as perdas físicas (reais), que representam a parcela não consumida, como as perdas não físicas (aparentes), que correspondem à água consumida e não registrada. As perdas físicas originam-se de vazamentos no sistema, envolvendo a captação, a adução de água bruta, o tratamento, a reservação, a adução de água tratada e a distribuição, além de procedimentos operacionais como lavagem de filtros e descargas na rede, quando estes provocam consumos superiores ao estritamente necessário para operação. As perdas não físicas originam-se de ligações clandestinas ou não cadastradas, hidrômetros parados ou que submedem, fraudes em hidrômetros e outras. São também conhecidas como perdas de faturamento, uma vez que seu principal indicador é a relação entre o volume disponibilizado e o volume faturado. A redução das perdas físicas permite diminuir os custos de produção - mediante redução do consumo de energia, de produtos químicos e outros - e utilizar as instalações existentes para aumentar a oferta, sem expansão do sistema produtor. A redução das perdas não físicas permite aumentar a receita tarifária, melhorando a eficiência dos serviços prestados e o desempenho financeiro do prestador de serviços (DTA A2).

A caracterização das perdas é descrito como o passo inicial para trabalhar a redução do desperdício, uma vez que cada tipo de perda necessita de um tipo de combate. Na fase de elaboração de projeto e construção do sistema devem ser tomadas medidas de forma preventiva a fim de iniciar o controle das perdas, tais como:

- a boa concepção do sistema de abastecimento de água, considerando os dispositivos de controle operacional do processo;
- a qualidade adequada de instalações das tubulações, equipamentos e demais dispositivos utilizados;
- a implantação dos mecanismos de controle operacional (registros, medidores e outros);
- a elaboração de cadastros; e
- a execução de testes pré-operacionais de ajuste do sistema.

A estimativa da perda de água em um sistema de abastecimento é exposta a partir da comparação do volume de água que é transferido em um determinado ponto, e

o volume de água recebido em um ou mais pontos do sistema. É destacado que essa perda é possível ser separada em física e não física a partir de pesquisa de campo, utilizando a metodologia da análise de histograma (registros contínuos).

Em sistemas de abastecimento de água em que o índice de micromedição aproxime-se de 100%, as ligações clandestinas tem pouca importância e existindo a eficaz programação permanente de adequação e manutenção preventiva de hidrômetros, combate às fraudes nos micromedidores e ramais clandestinos, as perdas mensuráveis tendem a refletir as perdas físicas de água (DTA A2).

Em relação às perdas físicas, é destacado que a maior quantidade de ocorrência de vazamentos é nos ramais prediais, o que não necessariamente significa que o maior volume perdido fisicamente ocorra nesse tipo de vazamento. As maiores perdas físicas na distribuição, em volume, ocorrem por extravasamento de reservatórios ou em vazamentos nas adutoras de água tratada e nas tubulações da rede de distribuição.

Em relação ao sistema de abastecimento de água, as perdas físicas ocorrem da captação de água bruta até o cavalete do consumidor. É importante citar que em cada etapa da distribuição (captação, adução, tratamento e distribuição) ocorre a perda física. As perdas físicas são constituídas por vazamentos nas tubulações, sejam eles visíveis ou não, e nas instalações, através de descargas excedentes, extravasamento de reservatórios e utilização da água nos processos de tratamento.

O ponto mais relevante no combate à perda física é reduzir os custos de operação e manutenção do sistema, e otimizar a utilização das instalações existentes, propiciando o aumento da oferta de água tratada sem que haja expansão do sistema produtor.

Segundo o DTA A2, as causas e a magnitude das perdas, assim como a natureza das ações para seu controle, podem ser sensivelmente diferentes nos diversos componentes de um sistema de abastecimento de água. É desejável que o controle de perdas seja feito por subsistema, como: adução de água bruta, unidade de tratamento, reservação, adução de água tratada e rede de distribuição e ramais prediais. Analisando as perdas em cada uma dessas partes, é possível ter um diagnóstico mais preciso e tomar as ações específicas para cada parte do processo, já que as ações para redução da perda não são iguais em todas as etapas. Na Tabela 2.29 são descritas a magnitude e a origem das perdas física por subsistema.

Tabela 2.29: Perda Física por Subsistema: Origem e Magnitude. Fonte: DT A2

	SUBSISTEMA	ORIGEM	MAGNITUDE
PERDAS FÍSICAS	Adução de Água Bruta	Vazamentos nas tubulações Limpeza do poço de sucção*	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Tratamento	Vazamentos estruturais Lavagem de filtros* Descarga de lodo*	Significativa, função do estado das instalações e da eficiência operacional
	Reservação	Vazamentos estruturais Extravasamentos Limpeza*	Variável, função do estado das instalações e da eficiência operacional
	Adução de Água Tratada	Vazamento nas tubulações Limpeza do poço de sucção* Descargas	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Distribuição	Vazamentos na rede Vazamentos em ramais Descargas	Significativa, função do estado das tubulações e principalmente das pressões

Nota:*Considera-se perdido apenas o volume excedente ao necessário para operação

2.4.1.1 Perdas na captação/adução de água bruta

As perdas físicas na captação e na adução de água bruta correspondem à água utilizada para a limpeza geral, incluindo o poço de sucção, sendo em geral pequena e função das características hidráulicas do projeto e da qualidade da água bruta. O componente que merece mais atenção são os vazamentos na adução, função do estado da tubulação e do material utilizado; sua idade; pressão; adequada execução da obra; elementos de proteção contra golpes e consequentes rompimentos em casos de interrupção do fornecimento de energia.

Trata-se de um componente crítico do sistema de abastecimento, merecendo especial atenção no que diz respeito à manutenção sistemática de caráter preventivo. Ressalte-se que a manutenção preventiva, elétrica ou hidráulica, como o conserto da tubulação obstruída por incrustações ou reparos de vazamentos, muitas vezes não é feita ou é adiada para se evitar o desgaste político junto à população, pois paradas no sistema produtor provocam interrupções no fornecimento de água por muitas horas.

Tal procedimento, no entanto, acaba comprometendo o comportamento do sistema, aumentando muitas vezes as perdas de carga e o consumo de energia, bem como as perdas e os riscos de interrupções mais demoradas por falhas e rompimentos. A magnitude das perdas na adução de água bruta é variável, função do estado das instalações e das práticas operacionais e de manutenção preventiva, sendo normalmente

pouco expressivas no contexto geral, a não ser em adutoras de grande extensão e/ou deterioradas (DT A2).

2.4.1.2 Perdas no tratamento

A principal característica das perdas físicas nas ETA é que mesmo que sejam percentualmente pequenas, em termos de vazão são significativas. Deve-se lembrar que parte das vazões retidas nas ETA são inerentes ao processo de tratamento, não sendo possível eliminá-las totalmente, mas sim reduzi-las até o ponto em que se eliminem os desperdícios. A recuperação da qualidade da água de lavagem mediante tratamento de lodo é benéfica ao meio ambiente e indiretamente à conservação da água, mesmo que não haja reciclagem para abastecimento público. O lançamento de efluentes tratados representa do ponto de vista dos recursos hídricos, uma ação conservacionista, no que diz respeito às disponibilidades de água bruta no sistema hídrico.

As perdas na ETA podem estar associadas ao processo ou a vazamentos. As perdas por vazamentos podem se dar, entre outros motivos, por falhas na estrutura (trincas), na impermeabilização e na estanqueidade insuficiente de comportas. As perdas de processo correspondem às águas descartadas na lavagem e limpeza de flocladores, decantadores, filtros e nas descargas de lodo, em quantidade excedentes à estritamente necessária para a correta operação da ETA.

A magnitude das perdas é significativa, podendo variar entre 2% e 10%, função do estado das instalações e da eficiência operacional. Assim sendo, melhorias operacionais ou reparos estruturais podem propiciar retornos rápidos em termos de redução de perdas e de custos de produção (DT A2).

2.4.1.3 Perdas na reservação

Podem ter origem em procedimentos operacionais, por exemplo, na limpeza programada de reservatórios; em operações inadequadas, provocando extravasamentos; ou, ainda, em deficiências estruturais da obra, como trincas ou impermeabilização mal feita. No caso de extravasamentos, a introdução de alarmes ou controle automático de níveis e vazões pode corrigir esse problema operacional.

No caso de deficiências estruturais, a correção do problema passa pela avaliação econômica e de retorno do investimento. É importante ressaltar que os problemas estruturais devem ser avaliados por especialistas que atestem a estabilidade da obra.

A magnitude das perdas em reservatórios é variável, função do estado das instalações e da eficiência operacional, mas, em geral, tem pouca importância no contexto geral do sistema. No entanto, sob o aspecto de recuperação de perdas, não se deve menosprezá-las, devendo-se ter a perspectiva de que se trata de um trabalho permanente, no qual os resultados positivos são fruto da somatória de pequenos sucessos (DT A2).

2.4.1.4 Perdas na adução de água tratada

São as perdas por vazamentos e rompimentos nas tubulações das adutoras e subadutoras, que transportam vazões elevadas para serem distribuídas pela rede de distribuição. Outra forma de perda física na adução de água tratada é o caso das descargas, seja para esvaziar a tubulação para reparos, seja para melhorar a qualidade da água. Nesses casos, apenas serão consideradas perdidas - em sentido estrito - as vazões excedentes ao necessário para a correta operação do sistema.

No caso de vazamentos, pelo fato de as vazões veiculadas serem elevadas, estes são geralmente localizados e prontamente reparados. Ressalte-se que se tais rompimentos não forem detectados e controlados em curto prazo, grandes danos materiais podem ocorrer, decorrentes do seu alto poder erosivo e destrutivo.

A manutenção preventiva e a adoção de procedimentos operacionais e treinamento de pessoal para a realização de manobras adequadas é vital para que se evitem rompimentos causados por aumentos súbitos de pressão, que podem ocorrer em cascata, refletindo-se por meio de múltiplos rompimentos, principalmente nas redes de distribuição. A falta de instalação ou manutenção de ventosas pode ser um importante fator que propicia a ocorrência de transientes de pressão e consequente rompimento de adutoras, devendo merecer especial atenção.

Em sistemas pressurizados por bombeamento, também se deve prestar especial atenção à instalação de elementos aliviadores de pressões, em casos de paradas de funcionamento da bomba. A magnitude das perdas pode variar significativamente, função do estado das tubulações, das pressões e da eficiência operacional (DT A2).

2.4.1.5 Perdas na distribuição

São as perdas decorrentes de vazamentos na rede de distribuição e nos ramais prediais e de descargas. As perdas físicas que ocorrem nas redes de distribuição, incluindo os ramais prediais, são muitas vezes elevadas, mas estão dispersas, fazendo

com que as ações corretivas sejam complexas, onerosas e de retorno duvidoso, se não forem realizadas com critérios e controles técnicos rígidos. Nesse sentido, é necessário que operações de controle de perdas sejam precedidas por criteriosa análise técnica e econômica.

Nesse caso também, se encaixam as perdas decorrentes de descargas para melhoria da qualidade da água ou esvaziamento da tubulação para reparos.

A magnitude das perdas será tanto mais significativa quanto pior for o estado das tubulações, principalmente nos casos de pressões elevadas.

As experiências de técnicos do ramo indicam que a maior quantidade de ocorrências de vazamentos está nos ramais prediais. Em termos de volume perdido, a maior incidência é nas tubulações da rede distribuidora. O uso de materiais adequados, associados à execução da obra com pessoal treinado e equipado com ferramentas compatíveis com os materiais utilizados, incluindo a realização de testes de estanqueidade, são pré-requisitos para a existência de baixos níveis de perdas. (DT A2).

O DT A2 destaca que em sistemas já implantados, a redução da pressão na rede de distribuição é prioridade para redução das perdas e que os vazamentos nas redes, independente do que decorrem, são aproximados ao escoamento de orifícios e fendas. Para tubos metálicos em geral, a vazão perdida (Q) é uma função proporcional à raiz quadrada da carga hidráulica (H), ou seja, $Q = f(H^{1/2})$.

A partir dessa relação, fica evidente a necessidade do controle das cargas hidráulicas na rede para redução nas perdas através de vazamentos existentes, além de reduzir o risco de novos vazamentos. Segue na Tabela 2.30 as relações.

Tabela 2.30: Redução de perdas físicas por redução de pressão ($Q=f(H^{1/2})$).

Fonte: DT A2

Redução da carga (%)	Redução da perda (%)
20	10
30	16
40	23
50	29
60	37

Nota: *Para tubos de ferro fundido ou aço

Exemplificando, a instalação de uma válvula redutora de pressão, dimensionada para reduzir as cargas em 60% (por exemplo, de 100 mca para 40 mca), em um setor com perdas físicas conhecidas de 50%, acarretará uma redução de 37% nas perdas existentes, as quais passarão de 50% para 31,5%, com uma redução efetiva de 18,5%.

Portanto, é possível quantificar previamente as reduções de perdas esperadas por meio de reduções de pressões e, com isso, avaliar economicamente o retorno dos investimentos a realizar para atingir os objetivos.

No caso de tubos plásticos, há uma redução ainda maior das perdas em função da diminuição de pressão. Admite-se, segundo técnicos do setor, uma correlação linear entre pressão e vazamento, em virtude da resiliência do material.

3. DIAGNÓSTICO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO DOS RIOS GUAPI-MACACU E CACERIBU

A região hidrográfica dos rios Guapi-Macacu e Caceribu, contempla diversos sistemas de abastecimento. A fim de diagnosticar esses sistemas foram retiradas informações do Diagnóstico anual de água do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Nos espaços aonde não existe preenchimento de informação se deve o fato de não ter sido preenchido pelo prestador de serviço responsável.

Os municípios integrados a região hidrográfica dos rios Macacu, Caceribu e Guapiaçu, abrange parte ou integralidade dos municípios de Niterói, São Gonçalo, Tanguá, Maricá, Magé, Cachoeiras de Macacu, Guapimirim, Itaboraí e Rio Bonito.

3.1. DADOS SNIS

3.1.1 População Residente Total

Segundo SNIS, População Residente Total é o valor da soma das populações totais residentes (urbanas e rurais) dos municípios, sedes municipais e localidades, em que o prestador de serviços atua com serviços de abastecimento de água (aplica-se aos dados agregados da amostra de prestadores de serviços). Inclui tanto a população beneficiada quanto a que não é beneficiada com os serviços. Quando o prestador de serviços é de abrangência local, o valor deste campo corresponde à população total residente (urbana e rural) do município. Para cada município é adotada no SNIS a estimativa realizada anualmente pelo IBGE, ou as populações obtidas por meio de Censos demográficos ou Contagens populacionais também do IBGE. Não deve ser confundida com a população total atendida com abastecimento de água.

No Apêndice L é apresentada a População Residente Total extraída do SNIS, para os municípios da região em estudo.

3.1.2 População Abastecida por Água

Segundo SNIS, a População Abastecida por Água é o valor da população total atendida com abastecimento de água pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência. Corresponde à população urbana que é efetivamente atendida com os serviços acrescida de outras populações atendidas, localizadas em áreas não consideradas urbanas. Essas populações podem ser rurais ou mesmo com características urbanas, apesar de estarem localizadas em áreas consideradas rurais pelo IBGE. Caso o prestador de serviços não disponha de procedimentos próprios para definir, de maneira precisa, essa população, o mesmo poderá estimá-la utilizando o produto da quantidade de economias residenciais ativas de água, multiplicada pela taxa média de habitantes por domicílio do respectivo município, obtida no último Censo ou Contagem de População do IBGE. Quando isso ocorrer, o prestador de serviços deverá abater da quantidade de economias residenciais ativas de água, o quantitativo correspondente aos domicílios atendidos e que não contam com população residente. Como, por exemplo, em domicílios utilizados para veraneio, em domicílios utilizados somente em finais de semanas, imóveis desocupados, dentre outros.

No Apêndice M é apresentada a População Abastecida por Água extraída do SNIS, para os municípios da região em estudo.

3.1.3 Consumo Médio Per Capita de Água

Segundo SNIS, o Consumo Médio Per Capita de Água é descrito conforme retratado na Tabela 3.1 abaixo.

Tabela 3.1: Consumo Médio Per Capita de Água. Fonte: SNIS

Forma de Cálculo	Informações Envolvidas	Unidade
$\frac{AG010 - AG019}{AG001 * } \times \frac{1.000.000}{365}$	AG001: População total atendida com abastecimento de água	l/hab/dia
	AG010: Volume de água consumido	
	AG019: Volume de água tratada exportado	
Comentários: AG001*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.		

No Apêndice N é apresentada a tabela com resumo do Consumo Médio Per Capita de Água extraída do SNIS, para os municípios da região em estudo. Os dados de 2012, 2013 e 2014 do município de Cachoeiras de Macacu foram informados em duas

partes: uma pela prefeitura, referente ao sistema controlado por esta, e outro informado pela CEDAE, responsável pelo segundo sistema de abastecimento de água da cidade. Por tanto, o consumo per capita desses anos para Cachoeiras está somado pelos 2 sistemas e dividido por 2, encontrando a média dos sistemas.

3.1.4 Índice de Perda

O Índice de Perda Faturada é o mais utilizado para determinar a eficiência de um sistema de abastecimento de água. Segundo o SNIS esse índice é calculado da forma apresentada na Tabela 3.2.

Tabela 3.2: Índice de Perda. Fonte: SNIS

Forma de cálculo	Informações envolvidas Unidade
$\frac{AG006 + AG018 - AG011 - AG024}{AG006 + AG018 - AG024} \times 100$	AG006: Volume de água produzido
	AG011: Volume de água faturado
	AG018: Volume de água tratada importado
	AG024: Volume de serviço

As informações por município são apresentadas no Apêndice O. As duas informações diferentes para o município de Cachoeiras de Macacu para os anos de 2012 a 2014, são devidas a existência de 2 sistemas de abastecimento no município, sendo um gerido pela prefeitura e outro pela CEDAE.

3.1.5 Volume de Água Macromedido

O Volume de Água Macromedido corresponde, segundo SNIS, o valor da soma dos volumes anuais de água medidos por meio de macromedidores permanentes: na saída da Estação de Tratamento de Água, Unidades de Tratamento e de poço, bem como em pontos de entrada de água tratada importada, se existir. A informação é apresentada em 1.000 m³/ano. O Apêndice P apresenta as informações fornecidas no SNIS, sendo as lacunas em branco sem informação.

3.1.6 Volume de Água Produzido

Segundo SNIS, o Volume de Água Produzido é volume anual de água disponível para consumo, compreendendo a água captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada, ambas tratadas em unidades de tratamento do prestador de serviços, medido

ou estimado nas saídas de ETA ou UTS. Inclui também os volumes de água captada pelo prestador de serviços ou de água bruta importada, que sejam disponibilizados para consumo sem tratamento, medidos nas respectivas entradas do sistema de distribuição. Para prestadores de serviços de abrangência regional ou microrregional, nos formulários de dados municipais, esse campo deve ser preenchido com os volumes produzidos dentro dos limites do município em questão. Esse volume pode ter parte dele exportada para outros municípios atendidos ou não pelo mesmo prestador de serviços.

No Apêndice Q estão os dados fornecidos pelos prestadores do serviço de abastecimento de água, referente aos municípios em estudo. O volume é apresentado em 1.000 m³/ano.

3.1.7 Volume Exportado

O volume de água tratada exportado é considerado pelo SNIS como o volume anual de água potável, previamente tratada, transferido para outros agentes distribuidores. Deve estar computado nos volumes de água consumido e faturado nesse último caso se efetivamente ocorreu faturamento. A receita com a exportação de água deve estar computada em receita operacional direta de água exportada (bruta ou tratada). Para prestadores de serviços de abrangência regional e microrregional, nos formulários de dados municipais (informações desagregadas), o volume de água tratada exportado deve corresponder ao envio de água para outro prestador de serviços ou para outro município do próprio prestador.

Os únicos municípios que possuem exportação são o de São Gonçalo para Niterói e Cachoeiras de Macacu para o próprio município, entre a CEDAE e a empresa municipal. Os volumes exportados são demonstrados na Tabela 3.3, em 1.000 m³/ano.

Tabela 3.3: Volume de Água Tratada Exportada. Fonte: Adaptação do SNIS

Ano	São Gonçalo	Cachoeiras de Macacu
2009	54.327,00	8.872,00
2010	54.214,90	
2011	50.166,00	9.285,00
2012	54.963,00	9.484,00
2013	55.623,80	9.019,86
2014	59.576,00	9.019,86

3.1.8 Volume de Água Consumido

O Volume de Água Consumido é definido pelo SNIS como Volume anual de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micromedido, o volume de consumo estimado para as ligações desprovidas de hidrômetro ou com hidrômetro parado, acrescido do volume de água tratada exportado para outro prestador de serviços. Não deve ser confundido com o volume de água faturado, pois para o cálculo deste último, os prestadores de serviços adotam parâmetros de consumo mínimo ou médio, que podem ser superiores aos volumes efetivamente consumidos. Para prestadores de serviços de abrangência regional e microrregional, nos formulários de dados municipais o volume de água tratada exportado deve corresponder ao envio de água para outro prestador de serviços ou para outro município do próprio prestador. Esse volume é apresentado no Apêndice R, em 1.000 m³ ao ano.

3.1.9 Volume de Serviço

O SNIS define o volume de serviço como valor da soma dos volumes anuais de água usados para atividades operacionais e especiais, acrescido do volume de água recuperado. As águas de lavagem de ETA ou UTS não devem ser consideradas.

As únicas informações referentes a esse tipo de volume para as cidades em estudo estão expostas na Tabela 3.4, em 1.000 m³/ano.

Tabela 3.4: Volume de Serviço. Fonte: Adaptação do SNIS

Ano	Guapimirim	Niterói	São Gonçalo
2013			9.327,1
2014	10,0	898,0	9.590,0

4. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE NITERÓI

O sistema de abastecimento de água da cidade de Niterói foi concebido para operar importando água de outro município, pois a cidade não possui fonte de água doce de proporção considerável para abastecimento. Segundo o site (<http://www.dicionariotupiguarani.com.br/dicionario/niteroi/>), o nome da cidade significa água escondida, apoiando a lógica adotada para a importação de água.

O sistema de abastecimento da cidade foi operado pela CEDAE até novembro do ano de 1999, quando a Concessionária Águas de Niterói (CAN) ganhou a licitação que concedeu o direito para a prestação de serviço de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto pelo período de 30 anos, ofertando a menor tarifa e melhor proposta técnica.

A CEDAE gerenciou o sistema de abastecimento de Niterói com água captada em Magé, pela união dos rios Guapiaçu e Macacu, sendo tratada na Estação de Tratamento de Água Laranjal, da CEDAE. Esse sistema de captação e tratamento fornecia água para os sistemas de abastecimento das cidades de São Gonçalo, Niterói, Maricá, Itaboraí e Ilha de Paquetá. Após a troca da CEDAE pela CAN, o sistema de Niterói continuou sendo alimentado pela CEDAE, mas com a adução e distribuição de água de responsabilidade da CAN.

A CAN assumiu a distribuição de água em Niterói com os indicadores apresentados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Índices Sistema de Abastecimento de Água de Niterói em 1999.

Fonte: SNIS e CAN

Parâmetros	Valor	Fonte
População	458.465	SNIS
População com Água Tratada	367.365	SNIS
Número de ligações de Água Ativas	42.008	SNIS
Índice de hidrometração	68,68%	SNIS
Vazão média anual	1870	SNIS
Inadimplência	32%	CAN
Índice de Perdas	40%	CAN
Área com Água Tratada	46%	CAN

No último diagnóstico apresentado pelo SNIS, referente ao ano de 2104, a concessionária apresentou os números na Tabela 4.2 referente aos parâmetros mencionados acima.

Tabela 4.2: Índices Sistema de Abastecimento de Água de Niterói em 2014.

Fonte: SNIS e CAN

Parâmetro	Valor	Fonte
População	495.470	SNIS
População com Água Tratada	495.470	SNIS
Número de ligações de Água Ativas	88.717	SNIS
Índice de hidrometração	88,53%	SNIS
Vazão média anual	1868	SNIS
Inadimplência	4%	CAN
Índice de Perdas	18%	SNIS
Área com Água Tratada	100%	SNIS

4.1. EXPANSÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

No ano de 1999, Niterói possuía 19,87% da população sem abastecimento de água, o que correspondia a toda região de Pendotiba e Região Oceânica, além dos bairros de Rio do Ouro, Várzea e Muriqui. A Figura 4.1 apresenta na área branca a região que não possuía abastecimento de água.



Figura 4.2: Mapa da região com abastecimento de água em Niterói em 2001.

Fonte: CAN

A partir de novembro de 2001 até novembro de 2003 a concessionária implantou o sistema de abastecimento de água em Rio do Ouro e Várzea, através da implantação de 9 km de adutora, 28 km de rede de distribuição e implantação de 2 reservatórios de 250 m³. A partir de novembro de 2003 a cidade de Niterói passou a ter a universalização do sistema de abastecimento de água, Figura 4.3.



Figura 4.3: Mapa da região com abastecimento de água em Niterói em 2003.

Fonte: CAN

Na expansão do sistema de abastecimento as áreas de baixa renda também foram contempladas, com a implantação de rede, reservatórios e unidades de bombeamento, que são fundamentais para elevar a pressão da água para atingir as cotas elevadas, típicas das ocupações de menor renda.

No Anexo A são apresentados os dados populacionais estimados de todas as comunidades da cidade de Niterói, com a respectiva população, totalizando 117.499 pessoas. Essa população total é abastecida através de 32.253 ligações, das quais apenas 17.435 são faturadas e apresentam um consumo per capita na média de 180 litros por habitante por dia. Através dos dados de população e ligações é possível encontrar um índice de 3,6 habitantes por ligação.

As ligações não faturadas resultam em um total de 14.818, e projetando o índice de 3,6 habitantes por ligação, é estimada uma população total de 53.344. A partir do consumo per capita de 180 litros por habitante por dia encontrado nas ligações ativas, é calculado um consumo total de 9.602.064 litros por dia ou 3.504.753 m³ ao ano. Esse volume pode ser interpretado como consumo social, que é apresentado dentro do volume de perdas.

Considerando que Niterói utilizou 58.929.200 m³ no ano de 2014 para o abastecimento de água, e que o volume não faturada no consumo social é estimado em 3.504.753 m³ no ano, pode se encontrar um índice de 5,9% que não deve ser computado como perda. Sendo assim o índice de perdas de Niterói fica estimado em 11,89%.

4.2. CONTROLE DE PERDAS

A conquista da universalização do sistema de abastecimento de água na cidade de Niterói foi realizada através das ações de expansão do sistema de abastecimento e do controle de perdas. A importância do controle de perdas é demonstrada através da análise da vazão média trabalhada ao longo dos anos, calculada a partir dos volumes disponibilizado para o sistema de abastecimento de Niterói, conforme Figura 4.4.

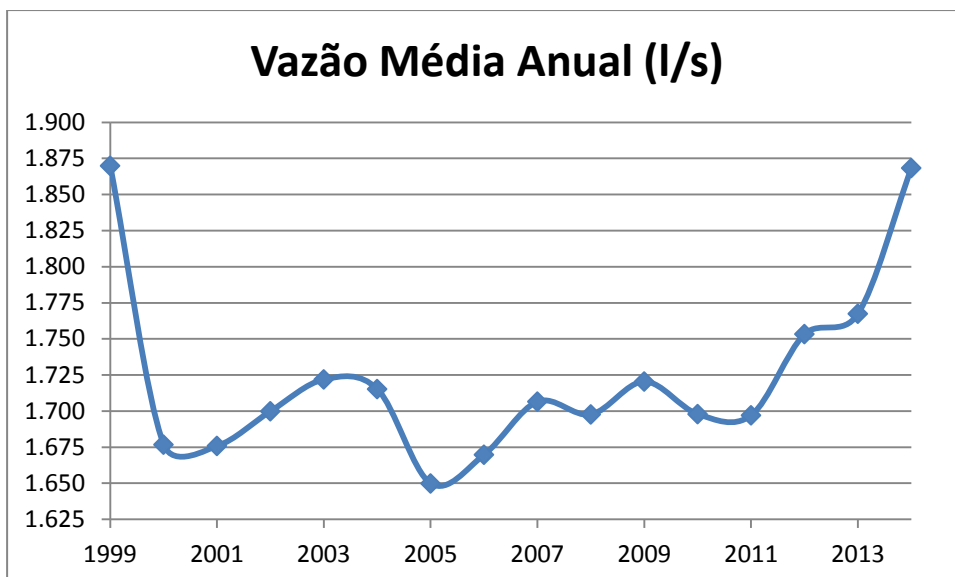


Figura 4.4: Vazão média anual do sistema de abastecimento de água de Niterói de 1999 a 2014. Fonte: SNIS

Mesmo com a redução de vazão nos primeiros anos, a CAN conseguiu universalizar o sistema de abastecimento de água na cidade. Essa ação só foi possível com a redução de perdas no sistema de abastecimento de água, pois a água que era perdida passou a estar disponível no sistema, conforme Figura 4.5.

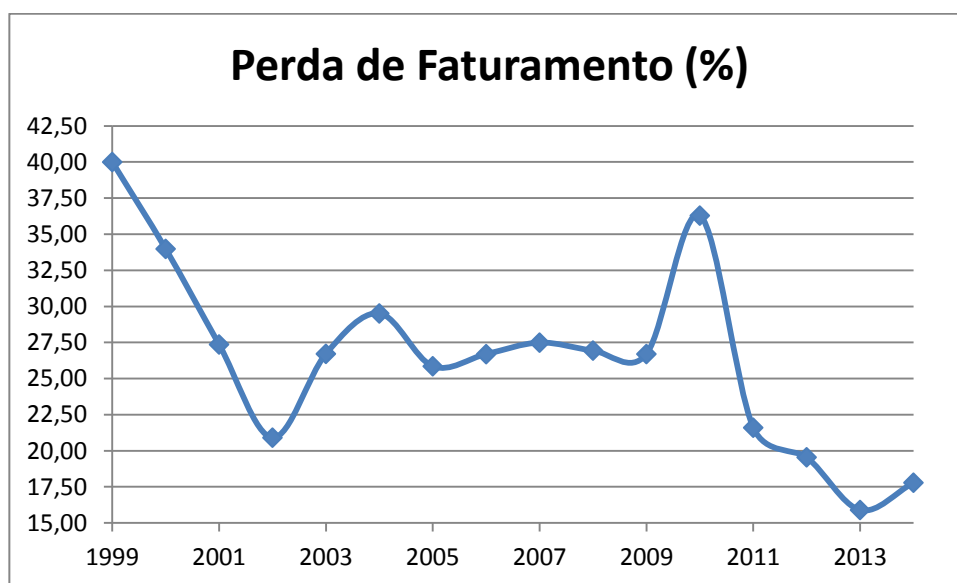


Figura 4.5: Evolução da redução da Perda de Faturamento. Fonte: SNIS

4.3. AÇÕES DE COMBATE A PERDAS

A concessionária Águas de Niterói desde seu início trabalha no combate as perdas com a participação de todas as partes integrantes da concessionária: comercial, operação, manutenção, eletromecânica e engenharia. As principais ações para combater as perdas consistem em: projeto; controle da pressão; implantação da rede; reparo de vazamentos na rede de abastecimento; material; manutenção dos equipamentos de bombeamento; medição correta; e centro de controle operacional.

4.3.1. PROJETO

Na elaboração dos projetos evitam-se futuras perdas, realizando as escolhas adequadas para o sistema de abastecimento de água. A partir de levantamento de campo é realizado o dimensionamento da tubulação, assim como dos equipamentos necessários para a operação do sistema. No projeto é determinada a pressão de trabalho na rede, sendo a partir dessa pressão a escolha correta do material e da classe de pressão da tubulação para a operação do sistema no local de implantação da rede.

Durante a elaboração do projeto é imprescindível o dimensionamento correto de equipamentos de proteção da rede, como ventosa, válvulas redutoras de pressão e reservatórios.

4.3.2. CONTROLE DE PRESSÃO

O controle da pressão na rede de distribuição é um dos principais fatores para reduzir o índice de perdas. O excesso de pressão na rede acelera o desgaste da tubulação, além de aumentar a vazão nos pontos aonde já existem vazamentos. Para a adequação correta da pressão no sistema de abastecimento de água de Niterói, foi realizada a divisão do sistema em 34 setores de abastecimento. A partir dessa ação foram realizados estudos para a determinação da pressão adequada para cada setor de abastecimento.

Para a equalização da pressão foram realizadas ações como:

- Implantação de válvulas redutoras de pressão (VRP) em pontos estratégicos, reduzindo em até 20% o número de vazamentos;
- Utilização de inversores de frequência em determinadas unidades de bombeamento, permitindo a modulação da rotação dos equipamentos de

bombeamento, ajustando a pressão adicionada no sistema conforme necessidade do sistema;

- Instalação de volante de inércia na principal unidade de bombeamento do sistema de abastecimento da cidade. Antes dessa utilização, nos momentos de pique de energia essa unidade tinha a interrupção de sua operação, gerando um transiente hidráulico de grande impacto, ocasionando vazamentos. Com essa aplicação o transiente hidráulico reduziu em 73% evitando o surgimento de novos vazamentos. O volante foi incorporado ao grupo motor bomba e sua inércia retarda a perda de rotações, aumentando o tempo de parada do conjunto e, conseqüentemente, diminuindo a intensidade do golpe.
- Controle remoto de válvulas estratégicas para modular a vazão e pressão pontos da rede de abastecimento e controlar os níveis dos reservatórios.

4.3.3. IMPLANTAÇÃO DA REDE

A engenharia tem sua contribuição no não surgimento de vazamentos, realizando a instalação da rede e equipamentos conforme projeto. As mudanças necessárias que surjam durante a execução, são levadas para serem estudadas pela equipe de projetos e a operação, de forma a atender as necessidades técnicas e operacionais.

O assentamento adequado da tubulação evita que o tubo seja agredido por materiais grosseiros que possam existir no solo, como pedaços de rochas, por exemplo. Dessa forma a tubulação não tem sua durabilidade reduzida. O uso correto dos materiais para conexões evita o surgimento de vazamentos que podem não ser detectáveis, como pode ocorrer em anéis de borracha não instalados corretamente.

4.3.4. REPARO DE VAZAMENTOS NA REDE DE ABASTECIMENTO

O reparo de vazamentos realizado da forma adequada e em tempo hábil é imprescindível para o controle das perdas, já que o surgimento de vazamentos na rede de abastecimento é algo previsto de ocorrer. Como Niterói é uma cidade com alto fluxo de veículos e de grande extensão territorial, o deslocamento pelas vias de trânsito pode impedir o reparo rápido dos vazamentos, principalmente para os veículos mais pesados, como caminhão munck e retroescavadeira, por exemplo.

Para otimizar o deslocamento, a Concessionária utiliza três bases operacionais para as equipes de manutenção, em três regiões distantes uma das outras, contendo em cada, um almoxarifado, programadores e apropriadores de serviço, veículos e equipamentos, considerando o perfil dos tipos de serviços predominante de cada região. As equipes foram divididas conforme especificação técnica necessária para cada região, levando em consideração a distância de cada base para a residência dos colaboradores, de forma a reduzir o tempo de deslocamento de casa para o trabalho, gerando satisfação e qualidade de vida para os colaboradores, melhorando o rendimento na execução dos serviços. A partir dessas bases é que as equipes iniciam e concluem seus expedientes. Elas ficam situadas nas regiões de maneira estratégica: norte, praias da baía e oceânica. Sendo assim o tempo de deslocamento é otimizado, auxiliando para que o reparo seja executado no tempo mais curto possível.



Figura 4.6: Mapa das regiões da cidade de Niterói. Fonte: CAN

No reparo dos vazamentos são utilizadas as técnicas adequadas, reduzindo ao máximo a possibilidade de retrabalho, iniciando a escolha da solução pelo tipo de material e tipo de vazamento.

Com o histórico das ordens de serviço referente ao reparo dos vazamentos, são realizadas análises de forma a buscar identificar as redes que necessitam ser trocadas, evitando que redes já desgastadas continuem em operação, não gerando vazamentos contínuos. A partir desse histórico também são realizadas análises para verificar se existem vazamentos ocasionados por questões operacionais, como equipamentos de

bombeamento que estão pressurizando a rede em excesso ou falhas operacionais. A partir dessas análises, são realizadas ações para evitar a ocorrência de vazamentos com essas origens.

Para a busca de vazamentos não visíveis utilizam-se equipamentos de pesquisa do tipo Geofone, que permitem investigar a existência de vazamentos de maneira não destrutiva.

4.3.5. MATERIAL

A escolha adequada dos materiais para cada aplicação é fundamental para a operação do sistema de abastecimento e sua conservação. A escolha do material a ser adquirido e aplicado é feita pela sua qualidade e não pelo seu custo de aquisição, isso porque em longo prazo o custo se dilui mediante a não necessidade de retrabalho e substituição.

Além disso, também é considerada a forma de acondicionar os materiais no almoxarifado, de maneira a impedir a deterioração desses.

4.3.6. MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE BOMBEAMENTO

Os equipamentos de bombeamento também podem ser um ponto de perda física, através da gaxeta, por exemplo. Para isso são realizadas manutenções do tipo preditiva e preventiva, evitando que os equipamentos se desgastem e venha a ser necessária a manutenção corretiva ocorrendo vazamentos.

O histórico das manutenções nas unidades de bombeamento é gravado no sistema ENGEMAN, software específico para gerenciar as manutenções nessas unidades, separando cada unidade em motor, bomba e painel elétrico. Essa separação e a gravação de informação permite que sejam realizadas intervenções preventivas e preditivas, já conhecendo os históricos de intervenção.

Além disso, o dimensionamento dos equipamentos de bombeamento é revisado ao longo do tempo, pois o sistema de abastecimento se modifica ao longo do tempo. Com isso evita-se que ocorra a pressurização inadequada na rede e o desgaste das redes.

4.3.7. MEDIÇÃO CORRETA

A partir das medições corretas é que se consegue determinar qual a perda existente no sistema de abastecimento, medindo as entradas do sistema, com macromedidores, e na saída do sistema, nos hidrômetros dos clientes.

Para que as medições nos macromedidores ocorram da maneira correta, são realizadas análises dos pontos de instalação desses medidores, identificando as características hidráulicas dos pontos de aplicação como material da tubulação, diâmetro da tubulação, pressão mínima e máxima, distância do ponto de instalação para pontos com transientes, entre outros. Além dos medidores fixos, são utilizados medidores ultrassônicos portáteis, permitindo a medição de vazão conforme necessidade de forma rápida e precisa.

No caso dos hidrômetros são analisadas características como perfil de consumo do cliente, pressão mínima e máxima diurna e noturna, ponto para instalação do hidrômetro na horizontal, setor de abastecimento, material da rede e diâmetro de ramal para cada cliente, escolhendo a classe e tipo de tecnologia de medição adequada para cada cliente. Além disso, os grandes clientes estratégicos possuem o monitoramento, em tempo real, permitindo estudar o perfil de consumo e a operação dos hidrômetros, reduzindo o tempo para qualquer ação corretiva.

A concessionária também dispõe de uma bancada de aferição de hidrômetros, conforme Figura 4.7, para realizar levantamento de erros de indicação, ensaio de estanqueidade em verificação metrológica, ensaio de desgaste acelerado em vazão máxima contínua e vazão mínima cíclica. Além desses ensaios, a bancada também permite realizar estudos de hidrômetros, padrões de montagem, medição remota, inspeções visuais, desmontagem de hidrômetros, inspeções de lotes, homologações de novos produtos e fornecedores, entre outras.



Figura 4.7: Bancada para Aferição de Hidrômetros. Fonte: CAN

Importante destacar que segundo a CAN, o parque de hidrômetro existente encontrado no início da concessão era 90% obsoleto, gerando submedição.

4.3.8. CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL

O centro de controle operacional (CCO) é o local aonde é realizado o monitoramento e controle do sistema de abastecimento de água, a partir da centralização de informações, durante todos os dias e horas do ano, conforme Figura 4.8. O CCO é apresentado na Figura 4.9. A partir das informações oriundas dos setores de atendimento ao cliente, eletromecânica, manutenção, engenharia e informações operacionais, o CCO consegue monitorar e tomar as ações necessárias para operar o sistema de abastecimento de forma a garantir a distribuição de água para a população e controlar parâmetros que evitam a ocorrência de perdas.

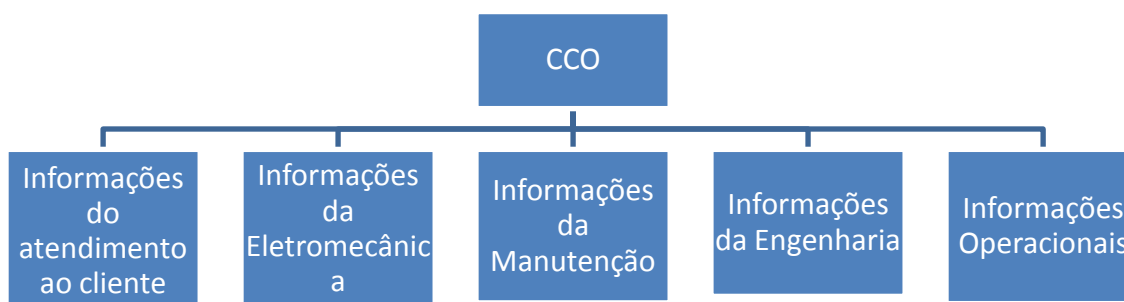


Figura 4.8: Esquema da Centralização de informações no CCO. Fonte: CAN

No supervísório do CCO são monitoradas e controladas informações como pressão e vazão das entradas das adutoras e dos setores de abastecimento e níveis de reservatórios. Essas informações são coletadas em campo por medidores de vazão e transmissores de pressão e enviadas de campo por comunicação via General Packet Radio Services (GPRS) de forma instantânea para o supervísório.

O controle dessas informações ocorre no supervísório, aonde também se monitora informações de status, pressão de sucção e recalque, rotação e corrente dos equipamentos de bombeamento. O controle ocorre através de inversores de frequência das unidades de bombeamento, alteração a rotação dos equipamentos, buscando atingir a vazão e pressão desejada no sistema e da graduação de válvulas.



Figura 4.9: Centro de Controle Operacional CAN. Fonte: CAN

Todas as informações apresentadas no supervísório são salvas em um banco de dados que permite seu acesso a qualquer momento, permitindo realizar estudos para melhorias contínuas no sistema de abastecimento.

5. METODOLOGIA

A metodologia proposta nesta dissertação adota o Plano Local e Regional de Combate ao Desperdício de Água, elaborado no Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) pelo Ministério das Cidades, como diretriz para análise da redução das perdas nos sistemas de abastecimento de água, como estratégia para contribuir para a redução do déficit hídrico existente na região em estudo.

O déficit hídrico foi exposto nas revisões bibliográfica do Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e Projeto Macacu, demonstrando a necessidade de intervenções para equacionar a demanda com a oferta.

O PNCDA que tem por objetivo geral promover o uso racional da água para abastecimento público nas cidades brasileiras, resultando na melhor produtividade dos ativos existentes e na postergação de parte dos investimentos para a expansão dos sistemas, demonstra ser uma ótima ferramenta para auxiliar a mitigação do déficit.

Uma das formas apresentada no PNCDA para o controle do desperdício é abrandando as perdas no sistema de abastecimento de água, reduzindo o volume captado nos corpos hídricos, conseqüentemente permitindo que esse volume possa ser utilizado para outros usuários de água ou até mesmo para expandir o sistema de abastecimento de água que teve sua perda reduzida.

Para compreender a evolução do cenário do abastecimento de água nas cidades da região em estudo, foram utilizados dados do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), que é preenchido pelas responsáveis pelo abastecimento de água nas cidades em questão.

Comparando as informações projetadas pelos estudos revisados com as informações atuais do SNIS, é então verificada a realidade do cenário atual dos sistemas de abastecimento de água, assim como da demanda de água na região.

A partir do exemplo de sucesso de aplicação de ações recomendadas pelo PNCDA, cidade de Niterói, é projetado um cenário dos índices de Niterói para os demais sistemas de abastecimento de água da região em estudo, de forma a analisar a contribuição no controle de perdas para minimizar o déficit hídrico da região.

5.1. BACIA DO RIO GUAPI-MACACU

Os municípios de Niterói, São Gonçalo, Paquetá e parte de Itaboraí possuem cerca de 2,5 milhões de habitantes. Seu abastecimento de água é realizado pela CEDAE através de um ponto de captação no canal de Imunana, como pode observado na Figura 5.1. A ligação entre a captação e as bombas da CEDAE é feita por um canal com 3 km de comprimento. Esta captação situa-se a jusante do futuro Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro, o COMPERJ.



Figura 5.1: Região da captação de água da CEDAE. Fonte: CONCREMAT, 2007

O Projeto Macacu cita também a construção de uma barragem submersa que provocou um desnível de cerca de 1m para que se possa represar a água doce e conter possíveis contaminações de água salgada oriundas da Baía de Guanabara. Além disso, foi construído uma comporta para controlar um canal lateral de desvio, parte integrante da estrutura da barragem. A Figura 5.2 mostra a captação realizada através de quatro entradas dotadas de grades e comportas que podem ser fechadas em caso de acidentes.



Figura 5.2: Entradas na captação de água. Fonte: CONCREMAT, 2007

2.1.1 Precipitação

Os postos relacionados para avaliação pluviométrica, presentes na Tabela 5.1 com suas respectivas informações quanto a coordenadas, altitude e período de observações, foram selecionados dentre os inseridos na área de estudo.

As precipitações totais mensais e anuais para o período comum de 1976 e 1980 estão apresentadas abaixo na Tabela 5.2. Através de sua análise pode-se notar o semestre mais chuvoso entre os meses de outubro a março, tendo janeiro e dezembro destaque com as maiores precipitações registradas. Neste mesmo período, tem-se também, no posto Fazenda São Joaquim (localizado no rio Macacu), a maior precipitação anual destoando da menor registrada no período, encontrada na Estação de bombeamento de Imunana, também no curso do rio Macacu, em um trecho à jusante e com cota conseqüentemente menor. As precipitações mensais e anuais dos demais postos tiveram inexpressivas variações, como pode se observar abaixo na Figura 5.3.

Tabela 5.1: Precipitação total mensal e anual para o período comum de 1976-1980. Fonte: ANA

POSTO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
2242011	186,1	177,8	124,7	129,3	82,9	36,1	53,9	65,5	86,1	78,6	160,1	232,9	1.353,9
2242012	367,8	191	129,8	118,0	71,9	59,5	79,4	87,8	96,4	148,7	262,7	295,9	1.908,8
2242013	314,2	193,5	132,1	148,7	83,8	55,4	70,9	94,7	94,6	122,8	326,7	372,5	2.009,9
2242014	237,9	164,4	153,4	122,7	102,6	44,4	68,7	94,1	98,8	102,5	266,6	297,0	1.753,1
2242015	311,7	201,2	188,6	167,9	130,3	52,4	85,1	99,0	103,6	112,4	344,4	339,2	2.143,3
2242016	262,9	193,1	162,4	177,9	133,0	84,8	109,3	146,2	130,1	141,3	338,5	315,6	2.195,0
2242093	274,7	143,7	121,5	159	68,6	48,1	81,8	79,0	102,9	115,2	283,6	247,4	1.669,5

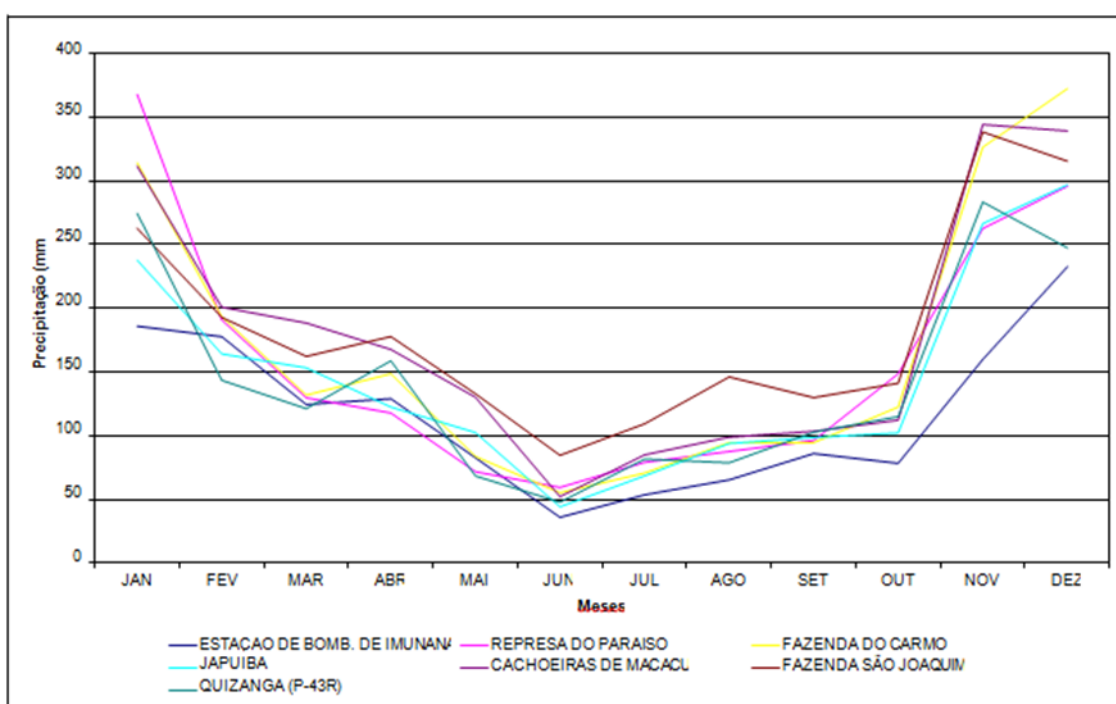


Figura 5.3: Precipitação total mensal e anual para o período comum de 1976-1980. Fonte: UFF/FEC (2010)

6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

6.1. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

As bibliografias revisadas, PDARJ e PDRH-BH, apresentaram diagnóstico da demanda de água tratada e dos sistemas de abastecimento de água existentes e realizaram projeções da disponibilidade hídrica e da demanda, assim como propostas para atender ao crescimento da demanda, baseado principalmente no crescimento vegetativo, conforme Tabela 6.1. O Projeto Macuco utilizou os dados de crescimento vegetativo e de demanda do PDRH-BG.

Tabela 6.1: Dados populacionais. Fonte: SNIS, PDRH-BG e PDARJ

	SNIS	PDRH-BG	PDARJ	SNIS	PDRH-BG
	2010	2010	2010	2014	2015
Cachoeiras de Macacu	54.273	56.850		55.967	60.882
Guapimirim	51.483	47.940		55.626	53.086
Itaboraí	218.008	232.496	113.697	227.168	254.437
Magé	227.322	248.809	439.389	233.634	270.689
Maricá	127.461	106.693	46.734	143.111	121.185
Niterói	487.562	480.917	688.395	495.470	489.880
Rio Bonito	55.551	54.213		57.284	56.444
São Gonçalo	999.728	1.001.645	1.844.983	1.031.903	1.054.825
Tanguá	30.732	31.615		32.140	34.530
Total dos Municípios	2.252.120	2.261.178	3.133.198	2.332.303	2.395.958

O crescimento da população previsto pelo PDARJ para o ano de 2010 foi realizado no ano de 1985, justificando a projeção com mais de 46% de diferença. Foram desconsiderados para esse cálculo os municípios de Cachoeiras de Macacu e Rio Bonito, pois não estavam contemplados no PDARJ. Os municípios de Guapimirim e Tanguá foram emancipados do município de Magé nos anos de 1990 e 1995, respectivamente.

O PDRH-BG foi mais assertivo na projeção do crescimento populacional para o ano de 2010 com um erro inferior a 1%, já que foi elaborado no ano de 2005. Comparando a projeção para o ano de 2015 com os dados populacionais do SNIS de 2014, a diferença fica inferior a 3%, o que demonstra uma boa projeção, conforme pode ser observado na Tabela 6.1.

O PDARJ projetou a universalização do abastecimento de água para todas as cidades a partir do ano de 2000, enquanto que o PDRH-BG apresentou uma média de 90,15 para as unidades de balanço que compreendem a região de estudo para o ano de 2015. A Tabela 6.2 apresenta os dados do SNIS, comparando a população total abastecida com a população total do município, permitindo verificar que 84,8% da população da bacia possuem abastecimento de água e 354.437 pessoas.

Tabela 6.2: População Total Abastecida x População Total dos Municípios.

Fonte: SNIS 2014

Municípios	População Total Abastecida	População Total dos Municípios
Cachoeiras de Macacu	48.983	55.967
Guapimirim	37.668	55.626
Itaboraí	184.159	227.168
Magé	185.287	233.634
Maricá	80.941	143.111
Niterói	495.470	495.470
Rio Bonito	49.744	57.284
São Gonçalo	873.830	1.031.903
Tanguá	21.784	32.140
Total	1.977.866	2.332.303

A partir da análise da projeção do crescimento vegetativo realizado pelo PDARJ, fica evidente o motivo pelo qual a projeção de demanda atendida de água prevista para o ano de 2010, excluindo perdas, atingia o total de 11,563 m³/s na média e 14,453 m³/s na máxima, Apêndice D, enquanto que o dado do SNIS de 2014 demonstra a vazão média de 7,8 m³/s para toda a região. Essa vazão foi calculada a partir do volume total produzido no ano de 2014, apresentado no Apêndice Q. Importante destacar que o PDARJ projetou a universalização do abastecimento de água para o ano de 2010, enquanto que no ano de 2014 o índice de abastecimento era de 84,8%, segundo Tabela 6.2. Para projetar o volume que estaria sendo utilizado caso o índice de abastecimento fosse 100%, é utilizado o per capita de cada cidade que não possui universalização no

abastecimento para a população que não é abastecida, conforme demonstrado na Tabela 6.3. A demanda não atendida é estimada no volume total de 55.292 m³/dia, que representa 0,64 m³/s na vazão média de 7,8 m³/s, atingindo o total de 8,44 m³/s.

Tabela 6.3: Demanda projetada de água não atendida 2014.

Cidades	População total atendida com abastecimento de água	População Total	População não abastecida	Consumo Per Capita (litros/dia)	Demanda não atendida (litros/dia)
Cachoeiras de Macacu	48.983	55.967	6.984	77	537.768
Guapimirim	37.668	55.626	17.958	250	4.489.500
Itaboraí	184.159	227.168	43.009	146	6.279.314
Magé	185.287	233.634	48.347	505	24.415.235
Maricá	80.941	143.111	62.170	177	11.004.090
Niterói	495.470	495.470	0	159	0
Rio Bonito	49.744	57.284	7.540	144	1.085.760
São Gonçalo	873.830	1.031.903	158.073	198	31.298.454
Tanguá	21.784	32.140	10.356	238	2.464.728
Total	1.977.866	2.332.303	354.437	156	55.292.172

O PDARJ estimou o consumo de água considerando o consumo per capita para o ano de 2010 como é apresentado na Tabela 2.9, que quando comparado com os dados do SNIS do mesmo ano, demonstra que houve uma estimativa acima do efetivo, variando de 13% a 66% acima, conforme demonstrado na Tabela 6.4.

Tabela 6.4: Comparação da demanda per capita para o ano de 2010.

QUOTAS DE DEMANDA DE ÁGUA PER CAPITA POR MUNICÍPIO (Litros/habitante.dia)		
Municípios	PDARJ 2010	SNIS 2010
Itaboraí	297	261
Magé	285	243
Maricá	279	214
Niterói	342	206
São Gonçalo	295	244

A projeção de perdas realizada pelo PDARJ previa um índice de 20% no ano de 2010, conforme Tabela 2.10. No entanto o SNIS de 2014, Tabela 3.7, demonstra que

apenas o município de Niterói atingiu o índice previsto, estando os outros bem acima, conforme pode ser verificado no Apêndice O.

Tabela 6.5: Índice de Perdas projetado x realizado. Fonte: Adaptado de PDARJ e SNIS

Município	PDARJ	SNIS
	2010	2014
Itaboraí	20	66,42
Magé	20	67,7
Maricá	20	59,78
Niterói	20	17,79
São Gonçalo	20	39,39

Além da redução do índice de perdas no sistema de abastecimento, previsto pelo PDARJ, não terem sido atingidas, com exceção de Niterói, o Programa de Combate ao desperdício, apresentado na Figura 2.1 pelo PDRH-BG, também não foi aplicado, demonstrando que existia e existe a necessidade de ações para melhorar a quantidade de água disponível nos sistemas de abastecimento de água da região em estudo, através da redução do índice de perdas.

Mesmo considerando a redução do índice de perdas nos sistemas de abastecimento de água, o PDRH-BG e o Projeto Macacu demonstraram o déficit de água na bacia do leste da Baía de Guanabara, conforme demonstrada no Apêndice H pelo PDRH-BG no valor de $-2,2 \text{ m}^3/\text{s}$ para o ano de 2000 até $-6,4 \text{ m}^3/\text{s}$ no ano de 2020, e conforme demonstrado na Tabela 2.28 pelo Projeto Macacu no valor de $-1,34 \text{ m}^3/\text{s}$ no ano de 2008 até $-3,27 \text{ m}^3/\text{s}$ no ano de 2020 sem o COMPERJ e $-3,42 \text{ m}^3/\text{s}$ com o COMPERJ. Importante destacar que a demanda do COMPERJ foi considerada apenas pelo Projeto Macacu, pois foi o único dos projetos em estudo que foi realizado após o anúncio da implantação do complexo petroquímico.

Devido o déficit hídrico exposto, todos os estudos previam a construção de barragens para o acumulo de água nos períodos de chuva para ser utilizada nos períodos de estiagem, conforme demonstrado na Tabela 2.14 pelo PDARJ, que previa a construção de 10 reservatórios de regularização de vazão para os sistemas de abastecimento das cidades da região em estudo, na Figura 2.2 pelo PDRH-BG, que previa a construção de 2 barragens e uma transposição de rio, e pelo Projeto Macacu

com a construção de 1 barragem. No entanto nenhuma dessas barragens foi construída, mantendo o déficit hídrico existente.

6.2. CENÁRIO DE APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE PERDAS DE NITERÓI NOS OUTROS SISTEMAS DA REGIÃO EM ESTUDO

A Companhia Águas de Niterói apresentou ao longo dos 16 anos resultados de expressão em relação ao sistema de abastecimento de água, universalizando o abastecimento na cidade, através de implantação de redes e das ações de combate a perda descritas no capítulo anterior, com um índice de perda no faturamento de 17,79%.

Enquanto Niterói apresenta um índice de 17,79% de perdas no faturamento, a média da região em estudo é de 55,21%, Figura 6.1.

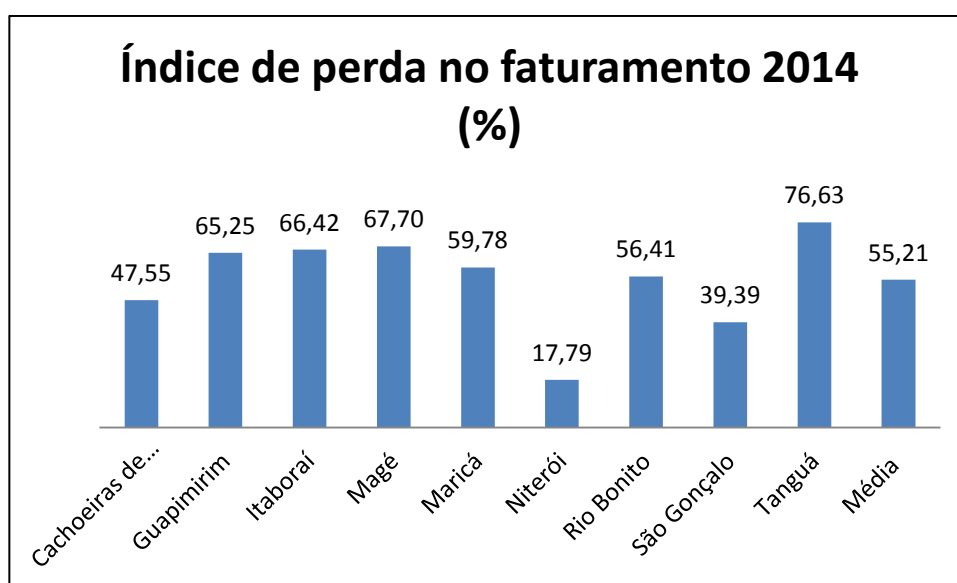


Figura 6.1: Índice de perda no faturamento (%). Fonte: SNIS

No SNIS se obtêm o total de 1.977.866 de habitantes com abastecimento de água em todas as cidades da região em estudo para o ano de 2014, sendo a população total residente de 2.332.303 habitantes, representando um índice de abastecimento de 84,8%,

354.437 habitantes sem abastecimento de água. O comparativo é apresentado na Tabela 6.6.

Tabela 6.6: Índice de abastecimento de água em 2014. Fonte: Adaptado SNIS

Municípios	Pop. Total do município	Pop. Total Abastecida	Índice de Abastecimento
Cachoeiras de Macacu	55.967	48.983	87%
Guapimirim	55.626	37.668	68%
Itaboraí	227.168	184159	81%
Magé	233.634	185.287	79%
Maricá	143.111	80.941	57%
Niterói	495.470	495.470	100%
Rio Bonito	57.284	49.744	87%
São Gonçalo	1.031.903	873.830	85%
Tanguá	32.140	21.784	68%
Total dos Municípios	2.332.303	1.977.866	84,8%

Os volumes efetivamente distribuídos, para o abastecimento de água nos municípios em estudos, podem ser identificados no índice de volume de água produzido, conforme Apêndice Q, com exceção de Niterói que não possui produção, mas que é apresentado no índice de volume Macromedido, conforme Apêndice P. A partir desses dados e do índice de perdas, é possível calcular o volume de água que cada município perde, como é apresentado na Tabela 6.7.

Tabela 6.7: Volume de água perdido 2014.

Cidades	Volume Distribuído (1.000 m ³ /ano)	Índice de Perda (%)	Volume Perdido (1.000 m ³ /ano)	Vazão Média Perdida (litros/segundo)
Cachoeiras de Macacu	13.049,9	47,55	6.205,23	196,77
Guapimirim	2.462,8	65,25	1.606,94	50,96
Itaboraí	15.127,0	66,42	10.047,35	318,60
Magé	13.885,0	67,70	9.400,15	298,08
Maricá	5.483,0	59,78	3.277,74	103,94
Niterói	58.919,2	17,79	10.481,73	332,37
Rio Bonito	4.650,0	56,41	2.623,07	83,18
São Gonçalo	191.803,0	39,39	75.551,20	2.395,71
Tanguá	1.613,0	76,63	1.236,04	39,19
Total	306.992,9	55,21	120.429,44	3.818,79

O volume total perdido é mais do que a soma do volume total distribuído por todos os municípios, excluindo apenas São Gonçalo, que é o total de 115.189,9 m³/ano.

Projetando o índice de perdas de Niterói para os municípios da região em estudo, é estimado um volume perdido de 54.614.030 m³ ao ano, reduzindo em 65.815.410 m³ ao ano, o volume perdido no ano de 2014, conforme Tabela 6.8.

Tabela 6.8: Projeção do Índice de Perdas de 2014 de Niterói.

Cidades	Volume Distribuído (1.000 m³/ano)	Índice de Perda (%)	Volume Perdido (1.000 m³/ano)	Vazão Média Perdida (litros/segundo)
Cachoeiras de Macacu	13.049,9	17,79	2.321,58	73,62
Guapimirim	2.462,8	17,79	438,12	13,89
Itaboraí	15.127,0	17,79	2.691,09	85,33
Magé	13.885,0	17,79	2.470,14	78,33
Maricá	5.483,0	17,79	975,43	30,93
Niterói	58.919,2	17,79	10.481,73	332,37
Rio Bonito	4.650,0	17,79	827,24	26,23
São Gonçalo	191.803,0	17,79	34.121,75	1.081,99
Tanguá	1.613,0	17,79	286,95	9,10
Total	306.992,9	17,79	54.614,03	1.731,80

Importante notar que o volume de serviço só é informado por Guapimirim, Niterói e São Gonçalo e que destes, Guapimirim é a que utiliza menor percentual do Volume Distribuído, 0,4%, enquanto que Niterói utiliza 1,5% e São Gonçalo 4,9%.

6.3. IMPACTO DE CENÁRIO CRIADO NO DÉFICIT HÍDRICO

O cenário acima criado com dados do ano de 2014 utiliza o índice de perdas da cidade de Niterói como referência para ser aplicado aos demais municípios da região, projetando deixar de perder ao ano o volume de 65.815.410 m³, o que representa uma vazão média de 2,08 m³/s.

A Tabela 6.3 apresentou população total de 354.437 sem abastecimento de água na região, que demanda em torno de 55.292 metros cúbicos por dia, ou 0,64 m³/s. Essa demanda poderia ser suprida somente com o volume de água que deixaria de ser perdido nos sistemas de abastecimento de água.

Considerando que o Projeto Macacu estimou um déficit hídrico de $-2,57 \text{ m}^3/\text{s}$ para o ano de 2008 e a ECOLOGUS-AGRAR (2003) $-2,15 \text{ m}^3/\text{s}$ para o ano de 2000, fica evidente que só o trabalho na redução de perdas não seria suficiente para equacionar o déficit hídrico existente na região. No entanto as ações de combate a perda contribuiriam para reduzir o déficit pra menos de $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ em ambas as projeções citadas acima.

7. CONCLUSÕES

Os estudos PDARJ, PDRH-BG e do Projeto Macacu evidenciam a existência de um déficit hídrico na região hidrográfica dos rios Guapi-Macacu e Caceribu, acima de 2 m³/s. Os dois primeiros propõem soluções como transposição de rios, programa para redução do índice de perdas e principalmente a construção de reservatórios para regularização de vazão. O Projeto Macacu utiliza os estudos para propor a execução de um único eixo de barragem para solucionar o déficit hídrico.

O Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água estimula a tomada de diversas ações para reduzir e controlar o índice de perdas nos sistemas de abastecimento de água, já que a perda de água representa a eficiência do abastecimento, custos com energia para bombeamento, produto químico, mão de obra, além de desgaste da tubulação com transporte de água que não será utilizado pelo consumidor. A Companhia Água de Niterói adotou diversas soluções baseado no PNCDA para atingir níveis baixos de perda, 17,79% contrastando com os índices de perda dos demais sistemas de abastecimento de água da região em estudo, média de 55,21%.

Algumas dessas ações como a descentralização da base da manutenção, a operação do sistema nas pressões adequadas, o estudo do perfil de consumo para o dimensionamento dos hidrômetros, não necessitam de investimento financeiro elevado, mas contribuem em muito para a redução do índice de perdas e eficiência do sistema de abastecimento. Importante notar que conforme descrito por Pertel (2014), citado pelo PNCDA e executado pela Águas de Niterói, a redução da pressão é fator de destaque para a redução do índice de perdas, podendo reduzir até 37% de perdas através dessa ação. Recomenda-se realizar um diagnóstico junto às empresas responsáveis pelo abastecimento nas cidades da região em estudo, para verificar quais ações do PNCDA já são aplicadas e quais seus resultados e quais outras são viáveis para serem colocadas em prática, utilizando a experiência de Niterói como base.

Importante destacar que o município de Niterói possui mais de 20% de sua população residindo em áreas de baixa renda, índice que não impediu a universalização do abastecimento, apesar do baixo índice de faturamento. Isso demonstra que o abastecimento social pode ocorrer de maneira integrada ao sistema de abastecimento de água, através do controle de vazões e pressões nessas áreas. Caso o volume social não fosse computado no índice de perdas de Niterói, esta cidade alcançaria o percentual de

11,89%. É recomendado que esse índice seja levantado para as demais cidades da região em estudo.

Os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento mostram que ainda existem 354.437 de pessoas sem abastecimento de água na região em estudo, apresentando índice inferior ao estimado pelo PDARJ para os anos 2000. É necessário que o preenchimento completo dos dados por parte dos prestadores de serviço de abastecimento de água ocorra, para permitir a realização de análises mais completas dos sistemas de abastecimento realizados pelas empresas. Os dados fornecidos em Cachoeiras de Macacu, sendo eles preenchidos em parte pela empresa da prefeitura e a outra pela CEDAE, não permite uma análise clara de todos os indicadores do abastecimento de água na cidade, devido a fragilidade com a exposição dos dados ou pela falta de conhecimento no preenchimento.

O cenário proposto nessa dissertação aplica os índices de perda médios anuais, apresentado em Niterói para as demais cidades da região em estudo, mostrando que é possível atingir a universalização do abastecimento na região reduzindo o índice de perdas, que permitiriam utilizar o volume de água perdido para o abastecimento. Recomenda-se que seja realizado um levantamento dos dados extraídos do SNIS, mas em escala mensal junto às concessionárias responsáveis pelo abastecimento, para contrastar com a série de dados de disponibilidade hídrica mensal apresentada pelo Projeto Macacu, visando identificar o saldo hídrico em relação ao período de seca.

Com exceção de Niterói e São Gonçalo, o SNIS apresenta que os demais municípios não possuem macromedição nos seus sistemas de abastecimento de água, demonstrando que as informações referentes aos outros volumes apresentados são baseadas em estimativas, o que possibilita a existência de erros. Recomenda-se que sejam utilizados macromedidores nas entradas dos sistemas de abastecimento para aumentar a confiabilidade dos dados.

Tendo em vista o déficit hídrico já existente na região e considerando que construção do Complexo Petroquímico na região em estudo ainda está ocorrendo, fica evidente a necessidade urgente da construção da barragem para regularização da vazão na região, assim como da expansão de redes de abastecimento de água para a universalização do abastecimento.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABES, 2013. **Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água: Diagnóstico, Potencial de Ganhos com sua redução e Propostas de Medidas para o Efetivo Combate.** Disponível em: <http://abes-sp.org.br/arquivos/perdas_resumo.pdf>. Acesso em 2016.

ANA. **Hidroweb – Sistema de Informações Hidrológicas.** Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/default.asp>>. Acesso em: 2009

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da república Federativa do Brasil. Brasília, DF, 09 jan. 1997.

CAN. **Relatório sobre o Abastecimento de Água na cidade de Niterói.** Niterói: Acervo da Concessionária Águas de Niterói. 2015. 329 p.

CONCREMAT, 2007. **Estudo de Impacto Ambiental.** - EIA COMPERJ, Rio de Janeiro, RJ.

COSTA, P. H. M. G.; 2009. **O Balanço Hídrico como Ferramenta de Apoio à Tomada de Decisão na Gestão dos Recursos Hídricos. Estudo de Caso: Região Hidrográfica dos Rios Macacu e Caceribu.** Projeto Final do Curso de Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Fluminense. 46p. Niterói. Rio de Janeiro. 2007.

HORA, M. A. G. M.; 2008. **Metodologia para Compatibilização da Geração de Energia em Aproveitamentos Hidrelétricos com os demais Usos dos Recursos Hídricos. Estudo de Caso: Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins.** 2008. 143f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil), Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008

ECOLOGUS-AGRAR, 2003. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara.** Rio de Janeiro, RJ. 3087 p.

ENGEVIX. **Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, 1985. 293 p.

FORUMRIO. Disponível em: < <http://www.forumrio.org/ultimas/as-etapas-da-limpeza-da-baia-de-guanabara/>> Acessado em: outubro de 2016.

HORA, M. A. G. M.; MARQUES, E; 2010. **SAD-RH Sistema Generalizado de Apoio à Decisão na Gestão de Recursos Hídricos.** 88 p. Niterói, RJ; UFF/FEC. ISBN 978-85-910333-1-7.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água**. Brasília, 1998.

NITERÓI.

Disponível

em:<<http://www.dicionariotupiguarani.com.br/dicionario/niteroi/>> Acessado em: 13 de março de 2016.

NORONHA, G. C.; 2007. **Avaliação da Evaporação de Lago e da Evapotranspiração pelo Método de Morton**. Projeto Final de Curso de Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Fluminense. 46p. Niterói. Rio de Janeiro. 2007.

Pertel, M.; 2014. **Experimentos Hidráulicos Conjugados ao Uso de Indicadores de Desempenho Aplicados à Quantificação de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água no Brasil**. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 147p. Rio de Janeiro. 2014

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Disponível em:< <http://www.snis.gov.br>> Acessado em: 02 de fevereiro. 2015.

UFF/FEC. **Planejamento Estratégico da Região Hidrográfica dos Rios Guapi-Macacu e Caceribu-Macacu**. Relatório. Niterói, RJ, 2010. 544p. Disponível em:<<http://www.uff.br/projetomacacu/>>. Acessado em: 13 de fevereiro de 2016.

VEROCAI, Á. H. C., 2008. **Alternativas para Recuperação de Perdas da Concessionária de Saneamento em Comunidade de Baixa Renda no Município do Rio de Janeiro**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 49p. Rio de Janeiro. 2008.

APÊNDICE A

Projeção da População Urbana por Município para a região do leste da Baía de Guanabara. Fonte: Adaptado de (CEDAE 1985)

PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO URBANA, POR MUNICÍPIO (Em habitantes)								
Municípios	VALORES OBSERVADOS		VALORES PROJETADOS					
	1970	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
1. Itaboraí	14.072	26.652	31.919	42.668	55.469	71.096	90.205	113.697
2. Magé	83.841	163.906	198.471	235.894	277.069	323.382	376.692	439.389
3. Maricá	6.500	19.602	22.677	26.188	30.226	34.902	40.349	46.734
4. Niterói	292.180	400.140	439.596	480.981	525.061	573.014	626.596	688.395
5. São Gonçalo	430.271	614.688	733.791	871.361	1.035.991	1.239.963	1.500.984	1.844.983
TOTAL DA REGIÃO EM ESTUDO	826.864	1.224.988	1.426.454	1.657.092	1.923.816	2.242.357	2.634.826	3.133.198
FONTES: IBGE - Censos Demográficos de 1970 e 1980 CEDAE - Projeções da população Fixa do Estado do Rio de Janeiro								

APÊNDICE B

Estimativa de Demanda de Água para População Flutuante. Fonte: Adaptado de (CEDAE 1985)

ESTIMATIVA DE DEMANDA DE ÁGUA PARA A POPULAÇÃO FLUTUANTE (Exclusive Perdas) (1)												
DISCRIMINAÇÃO	1985		1990		1995		2000		2005		2010	
	m ³ /dia	m ³ /s	m ³ /dia	m ³ /s	m ³ /dia	m ³ /s	m ³ /dia	m ³ /s	m ³ /dia	m ³ /s	m ³ /dia	m ³ /s
Magé	11.909	0,14	14.155	0,16	16.625	0,19	18.421	0,21	22.605	0,26	26.367	0,31
Maricá	6.143	0,07	7.094	0,08	8.188	0,09	9.454	0,11	10.930	0,13	12.659	0,15
Nota: (1) Admitiu-se a quota percapita de 220 litros/habitante/dia												

APÊNDICE C

Evolução Prevista da Demanda Atendida de Água Inclusive Perdas. Fonte: Adaptado de (CEDAE 1985)

EVOLUÇÃO PREVISTA DA DEMANDA ATENDIDA DE ÁGUA - INCLUSIVE PERDAS (m ³ /s)								
MUNICÍPIOS		1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Itaboraí	Média	0,220	0,187	0,171	0,690	0,298	0,381	0,480
	Máxima	0,280	0,231	0,214	0,280	0,372	0,470	0,610
Magé	Média	0,187	0,572	1,007	1,263	1,557	1,853	2,913
	Máxima	0,233	0,715	1,259	1,579	1,946	2,316	2,741
Maricá	Média	0,0104	0,0729	0,179	0,270	0,270	0,317	0,371
	Máxima	0,012	0,0902	0,223	0,275	0,339	0,396	0,465
Niterói	Média	1,931	2,032	2,217	2,482	2,780	3,124	3,528
	Máxima	2,415	2,540	2,770	3,104	3,474	3,905	4,412
São Gonçalo	Média	1,686	2,493	3,153	4,015	5,130	6,297	7,873
	Máxima	2,107	3,116	3,942	5,019	6,413	7,871	9,842
TOTAL DA ÁREA DE ESTUDO	Média	4,034	5,357	6,727	8,720	10,035	11,972	15,165
	Máxima	5,047	6,692	8,408	10,257	12,544	14,958	18,070
Cachoeiras de Macacu (Sede)	Média	0,0277	0,0347	0,0416	0,052	0,063	0,074	0,086
	Máxima	0,0358	0,0439	0,0520	0,064	0,079	0,092	0,1076

APÊNDICE D

Evolução Prevista da Demanda Atendida de Água Exclusive Perdas. Fonte: Adaptado de (CEDAE 1985)

EVOLUÇÃO PREVISTA DA DEMANDA ATENDIDA DE ÁGUA - EXCLUSIVE PERDAS (m³/s)								
MUNICÍPIOS		1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Itaboraí	Média	0,078	0,093	0,136	0,182	0,238	0,305	0,391
	Máxima	0,098	0,116	0,171	0,228	0,298	0,381	0,488
Magé	Média	0,112	0,372	0,805	1,011	1,246	1,482	1,754
	Máxima	0,140	0,465	1,006	1,263	1,557	1,853	2,193
Maricá	Média	0,0069	0,054	0,143	0,175	0,216	0,253	0,297
	Máxima	0,0092	0,068	0,179	0,221	0,270	0,317	0,371
Niterói	Média	1,255	1,422	1,773	1,986	2,223	2,499	2,822
	Máxima	1,569	1,777	2,217	2,482	2,780	3,124	3,528
São Gonçalo	Média	1,096	1,747	2,523	3,211	4,104	5,248	6,299
	Máxima	1,370	2,181	3,153	4,015	5,130	6,297	7,873
TOTAL DA ÁREA DE ESTUDO	Média	2,548	3,688	5,380	6,565	8,027	9,787	11,563
	Máxima	3,186	4,607	6,726	8,209	10,035	11,972	14,453
Cachoeiras de Macacu (Sede)	Média	0,010	0,017	0,033	0,041	0,050	0,059	0,069
	Máxima	0,012	0,021	0,041	0,052	0,063	0,074	0,086

APÊNDICE E

Características das Bacias Hidrográficas e Unidades de Balanço da Região em Estudo. Fonte: Adaptado de (PDRH-BG)

Regiões Hidrográficas (RH)			Unidades de Balanço (UB)		Áreas (km ²)	
Código Auxiliar	Código CECA	Nome da RH	Código PDRH-BG	Nome	BH	UB
RH-24	5372000009	Bacia Guapi-Macacu			1250,8	
			UB-24-01	Rio Macacu		508,6
			UB-24-02	Rio Guapi-Açu		568,3
			UB-24-03	Canal Imunana		7,0
			UB-24-04	Rio Guapimirim		129,2
			UB-24-05	Guapi-Macacu-Foz		37,7
RH-25	5373000008	Região entre Rio Guapi-Macacu - Rio Guaraí			1,3	
			UB-25	Guapi-Macacu/Guaraí		1,3
RH-26	5374000007	Bacia Rio Guaraí			29,4	
			UB-26	Rio Guaraí		29,4
RH-27	5375000006	Região entre Rio Gurá - Rio Caceribu-Macacu			2,4	
			UB-27	Guaraí/Caceribu-Macacu		2,4
RH-28	5376000005	Bacia Rio Caceribu-Macacu			822,4	
			UB-28-01	Rio Bonito		27,3
			UB-28-02	Tanguá		356,5
			UB-28-03	Itaboraí		438,6
RH-29	5377000004	Região entre Rio Caceribu-Macacu - Rio Guaxindiba			1,9	
			UB-29	Caceribu-Macacu/Guaxindiba		1,9
RH-30	5378000003	Bacia Rio Guaxindiba			142,7	
			UB-30	Rio Guaxindiba		142,7

Regiões Hidrográficas (RH)			Unidades de Balanço (UB)		Áreas (km ²)	
RH-31	5379000002	Região entre Rio Guaxindiba - Rio Imboáçu			11,2	
			UB-31	Guaxindiba/Imboáçu		11,2
RH-32	5392000005	Bacia Rio Imboáçu			29,1	
			UB-32	Rio Imboáçu		29,1
RH-33	5393000004	Região entre Rio Imboáçu - Rio Bomba			17,4	
			UB-33	Imboáçu/Bomba		17,4
RH-34	5394000003	Bacia Rio Bomba			2,7	
			UB-34	Rio Bomba		2,7
RH-35	5395000002	Região entre Rio Bomba - Rio Alameda			5,2	
			UB-35	Bomba/Alameda		5,2
RH-36	5396000001	Bacia Rio Alameda			9,7	
			UB-36	Rio Alameda		9,7
RH-37	5397000000	Região entre Foz do Rio Alameda - Canal do Canto do Rio			10,7	
			UB-37	Alameda/C. Canto do Rio		10,7
RH-38	5398000009	Bacia Canal do Canto do Rio			2,8	
			UB-38	Canal do Canto do Rio		2,8
RH-39	5399000008	Região entre Canal do Canto do Rio - Ponta da Fortaleza de Santa Cruz			9,4	
			UB-39	C. Canto do Rio/Ponta Fort. S. Cruz		9,4
RH-40		Região da Ilha de Paquetá			1,0	
			UB-40	Ilha de Paquetá		1,0
					38,9	
					38,9	
				Totais (km²)	2.389,0	2.389,0

APÊNDICE F

Cenário de Índices e de Populações Urbanas e Rurais. Fonte: Adaptado de (PDRH-BG)

Municípios	Índices de Urbanização (%)					Populações Urbanas (Habitantes)					Populações Rurais (Habitantes)				
	2000	2005	2010	2015	2020	2000	2005	2010	2015	2020	2000	2005	2010	2015	2020
Baixada Fluminense	94,2	95,2	96,2	97,2	98,2	193.851	216.121	239.354	263.110	286.925	11.979	10.897	9.455	7.579	5.259
Magé	94,2	95,2	96,2	97,2	98,2	193.851	216.121	239.354	263.110	286.925	11.979	10.897	9.455	7.579	5.259
Noroeste da Bacia	75,0	78,7	82,8	86,7	92,7	121.608	138.876	157.740	177.724	203.462	40.635	37.543	32.878	27.218	16.049
Cachoeira de Macacu	84,7	88,5	91,5	93,8	96,0	41.117	46.667	52.018	57.107	62.284	7.426	6.064	4.832	3.775	2.595
Guapimirim	67,4	70,5	75,0	80,0	89	25.593	30.254	35.955	42.469	51.908	12.359	12.660	11.985	10.617	6.416
Rio Bonito	65,3	68,5	73,0	78,5	88,0	32.450	35.597	39.575	44.309	51.613	17.241	16.370	14.638	12.135	7.038
Tanguá	86,1	91,5	95,5	98,0	100,0	22.448	26.358	30.192	33.839	37.657	3.609	2.449	1.423	691	0
Leste da Bacia	98,5	98,8	99,0	99,2	99,5	1.591.829	1.698.839	1.803.478	1.905.483	2.006.717	23.557	21.405	18.273	14.844	10.938
Itaboraí	94,5	95,5	96,5	97,5	98,5	177.260	200.695	224.359	248.076	272.929	10.219	9.457	8.137	6.361	4.156
Maricá	82,6	87,0	90,5	93,0	95,0	63.999	79.958	96.557	112.702	128.863	13.338	11.948	10.136	8.483	6.782
Niterói	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	459.451	471.155	480.917	489.880	498.265	0	0	0	0	0
São Gonçalo	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	891.119	947.031	1.001.645	1.054.825	1.106.660	0	0	0	0	0
Total da Região em Estudo	96,2	96,7	97,3	97,9	98,7	1.907.288	2.053.836	2.200.572	2.346.317	2.497.104	76.171	69.845	60.606	49.641	32.246

APÊNDICE G

Vazão média por sistema de abastecimento. Fonte: Adaptado de (PDRH-BG)

Sistema de Abastecimento de Água				Vazão Média Demandada para Captação pelos Sistemas (m ³ /s) (1)				
Sistema	Manancial	UBs Atendidas	Vazão Média Captada (2)	2000	2005	2010	2015	2020
Soberbo	Rio Soberbo	UB-24.4	0,080	0,065	0,077	0,138	0,190	0,250
Paraíso	Rio Paraíso	UB-24.2, 24.5, 22, 23	0,040	0,056	0,061	0,093	0,133	0,163
Imunana	Canal Imunana	UB-24.3,25,28.3, 29 a 40	6,000	5,530	6,684	7,874	8,858	9,800
Cachoeiras de Macacu	Formadores do Rio Macacu	UB-24.1	0,300	0,181	0,207	0,231	0,284	0,325
Tanguá	Rio Caceribu	UB-28.2	0,038	0,043	0,050	0,126	0,180	0,222
Rio Bonito	Tributário do Rio Bonito	UB-28.1	0,004	0,003	0,004	0,005	0,022	0,054
Total			6,462	5,878	7,083	8,467	9,667	10,814
Sistema do qual a Região Hidrográfica da Baía de Guanabara importa água								
Rio Bacaxá (Fora da área de estudo)		UB-28.1	0,130	0,082	0,088	0,120	0,130	0,130
Total Geral			6,592	5,960	7,171	8,587	9,797	10,944

(1) A Vazão Média Demandada pelos sistemas é aquela que deverá ser captada nos mananciais, considerando que não se alterarão as áreas de influência dos sistemas

(2) Vazão Média Captada nos sistemas, em 2000, segundo informações das concessionárias

APÊNDICE H

Saldos Hídricos nas captações dos sistemas de abastecimento, em m³/s. Fonte: Adaptado de (PDRH-BG)

Unidades de Balanço		Origem da Água	Saldos Hídricos (m ³ /s) = ofertas - demand urban atendida				
Denominação	Código		2000	2005	2010	2015	2020
Rio Macacu	UB-24-01	UB-24.1	0,000	-0,026	-0,050	-0,103	-0,145
Rio Guapi-Açu	UB-24-02	UB-24.2	0,000	-0,001	-0,002	-0,021	-0,035
Canal Imunana	UB-24-03	UB-24.3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rio Guapimirim	UB-24-04	UB-24.4	0,000	-0,012	-0,073	-0,125	-0,184
Guapi-Macacu-Foz	UB-24-05	UB-24.2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Guapi-Macacu/Guaráí	UB-25	UB-24.3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rio Guaráí	UB-26	UB-26	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Guaráí/Caceribu-Macacu	UB-27	UB-27	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rio Bonito	UB-28-01	UB-28.1	-0,003	-0,010	-0,043	-0,070	-0,102
Tanguá	UB-28-02	UB-28.2	0,000	-0,007	-0,083	-0,137	-0,179
Itaboraí	UB-28-03	UB-24.3	-0,114	-0,162	-0,537	-0,836	-1,083
Caceribu-Macacu/Guaxindiba	UB-29	UB-24.3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rio Guaxindiba	UB-30	UB-24.3	-0,956	-1,289	-1,577	-1,807	-2,153
Guaxindiba/Imboáçu	UB-31	UB-24.3	-0,004	-0,005	-0,006	-0,007	-0,008
Rio Imboáçu	UB-32	UB-24.3	-0,250	-0,324	-0,382	-0,424	-0,490
Imboáçu/Bomba	UB-33	UB-24.3	-0,257	-0,328	-0,382	-0,417	-0,476
Rio Bomba	UB-34	UB-24.3	-0,037	-0,059	-0,069	-0,074	-0,080
Bomba/Alameda	UB-35	UB-24.3	-0,069	-0,107	-0,122	-0,130	-0,137
Rio Alameda	UB-36	UB-24.3	-0,143	-0,223	-0,254	-0,273	-0,286

Unidades de Balanço		Origem da Água	Saldos Hídricos (m³/s) = ofertas - demand urban atendida				
Denominação	Código		2000	2005	2010	2015	2020
Alameda/C.Canto do Ro	UB-37	UB-24.3	-0,256	-0,398	-0,454	-0,488	-0,512
Canal Canto do Rio	UB-38	UB-24.3	-0,056	-0,088	-0,100	-0,108	-0,113
C.Canto do Rio/Ponta Fortaleza S.	UB-39	UB-24.3	-0,052	-0,081	-0,092	-0,099	-0,104
Ilha de Paquetá	UB-40	UB-24.3	-0,019	-0,023	-0,027	-0,029	-0,030
Saldos Totais			-2,216	-2,553	-3,580	-4,424	-5,368
Região Oceânica de Niterói		UB-24.3	-0,008	-0,289	-0,371	-0,443	-0,512
Maricá		UB-24.3	0,000	0,000	-0,195	-0,413	-0,509
Saldos Totais			-2,224	-2,842	-3,951	-4,867	-5,880
Saldos na região atendida por Imunana			-2,221	-3,376	-4,566	-5,549	-6,491

APÊNDICE I

Informações Gerais dos Reservatórios a implantar. Fonte: Adaptado de (PDRH-BG)

Referência	Nome do Reservatório	Coordenadas		Cota Fundo (m)	Altura do maciço (m)	Comprimento da crista (m)	NA máx. (m)	Espelho (Km ²)	Vol. Útil (Vr) hm ³
		Latitude	Longitude						
EA17	Duas Barras	22° 28' 41"	42° 44' 25"	30	13	200	40	2,22	13, 32
EA23	Tanguá	22° 45' 24"	42° 41' 28"	31	12	350	40	3, 25	19, 50

Vazões dos Reservatórios a Implantar. Fonte: Adaptado de (PDRH-BG)

Referência	Rio Barrado	Precipitação Anual (mm)	Bacia de Drenagem (Km ²)	Vazões (m ³ /s)			Volume Anual (Va) hm ³	Qr-Q7.10 (m ³ /s)	Qr-Q7.19/2 (m ³ /s)
				Qmlt	Q7.10	Qr			
EA17	Duas Barras	2043	50,2	1,992	0,334	1,452	62,83	1,118	1,288
EA23	Tanguá	1312	100,4	2,839	0,676	2,105	89,54	1,429	1,767

APÊNDICE J

Sistemas de Abastecimento de Água 2010. Fonte: Adaptado de (PDRH-BG)

Sistemas de Abastecimento de Água		UMBRAL: 2010						Total Por Sistemas	
		Vazões Por Ações (m³/s)							
		Nº	Nome	Gestão Demanda		Barragem de Regularização	Captação Nova	Captação Ampliada	Água Subterrânea
Guandu	Local								
1	Guandu/Ribeirão das Lajes	0,313						0,313	3,8
2	Acari/Tinguá		0,052	0,381			0,028	0,461	5,6
3	Acari/Xerém	0,927	0,115					1,042	12,7
4	Acari/Mantiqueira	1,184	0,137					1,321	16,2
5	Magé/Piabetá	0,197	0,044				0,144	0,385	4,7
6	Estrela/ Surui - G. de Pacobaíba	0,071	0,007					0,078	1,0
7	Magé/ Surui		0,006			0,024	0,020	0,050	0,6
8	Magé/Sto. Aleixo		0,025				0,126	0,151	1,8
9	Magé/Paraíso						0,078	0,078	1,0
10	Guapimirim/Soberbo		0,013				0,059	0,059	0,9
11	Macacu		0,021				0,029	0,029	0,6
12	Tanguá		0,013			0,102	0,011	0,011	1,5
13	Imunana		0,752	1,400	1,600		0,300	0,300	49,5
Total por Ação		2,692	1,185	1,781	1,600	0,126	0,795	0,795	100,0
%		42,10	18,50	27,80	25,0	2,00	12,40	100,0	

Sistemas de Abastecimento de Água 2015. Fonte: Adaptado de (PDRH-BG)

Sistemas de Abastecimento de Água		UMBRAL: 2015						Total Por Sistemas	
		Vazões Por Ações (m³/s)							
		Nº	Nome	Gestão Demanda		Barragem de Regularização	Captação Nova	Captação Ampliada	Água Subterrânea
Guandu	Local								
1	Guandu/Ribeirão das Lajes	0,828						0,828	7,3
2	Acari/Tinguá		0,082	0,381			0,116	0,579	5,1
3	Acari/Xerém	1,115	0,178					1,293	11,4
4	Acari/Mantiqueira	1,412	0,226					1,638	14,5
5	Magé/Piabetá	0,197	0,07				0,233	0,500	4,4
6	Estrela/ Surui - G. de Pacobaíba	0,120	0,014					0,134	1,2
7	Magé/ Surui		0,011			0,024	0,048	0,083	0,7
8	Magé/Sto. Aleixo		0,041				0,158	0,199	1,8
9	Magé/Paraíso						0,118	0,118	1,0
10	Guapimirim/Soberbo		0,023				0,102	0,125	1,1
11	Macacu		0,033				0,07	0,103	0,9
12	Tanguá		0,023			0,102	0,082	0,207	1,8
13	Imunana		1,084	2,520	1,600		0,300	5,504	48,7
Total por Ação		3,672	1,785	2,901	1,600	0,126	1,227	11,311	100,0
%		43,7	21,2	34,50	19,0	1,5	14,6	100,0	

Sistemas de Abastecimento de Água 2020. Fonte: Adaptado de (PDRH-BG)

Sistemas de Abastecimento de Água		UMBRAL: 2020						Total Por Sistemas	
		Vazões Por Ações (m³/s)							
		Nº	Nome	Gestão Demanda		Barragem de Regularização	Captação Nova	Captação Ampliada	Água Subterrânea
Guandu	Local								
1	Guandu/Ribeirão das Lajes	1,148						1,148	8,3
2	Acari/Tinguá		0,169	0,381			0,108	0,658	4,8
3	Acari/Xerém	1,102	0,373					1,475	10,7
4	Acari/Mantiqueira	1,517	0,486					2,003	14,5
5	Magé/Piabetá	0,197	0,151				0,232	0,580	4,2
6	Estrela/ Surui - G. de Pacobaíba	0,143	0,034					0,177	1,3
7	Magé/ Surui		0,026			0,024	0,057	0,107	0,8
8	Magé/Sto. Aleixo		0,086				0,147	0,233	1,7
9	Magé/Paraíso						1,148	0,148	1,1
10	Guapimirim/Soberbo		0,053				0,131	0,184	1,3
11	Macacu		0,071				0,074	0,145	1,1
12	Tanguá		0,050			0,102	0,129	0,281	2,0
13	Imunana		2,221	2,520	1,600		0,300	6,641	48,2
Total por Ação		4,107	3,72	2,901	1,600	0,126	1,326	13,780	100,0
%		37,8	34,2	26,7	14,7	1,2	12,2	100,0	

APÊNDICE L

População Residente Total. Fonte: Adaptado SNIS

Ano	Cachoeiras de Macacu	Guapimirim	Itaboraí	Magé	Maricá	Niterói	Rio Bonito	São Gonçalo	Tanguá	Total dos Municípios
1996					60.286	450.364	46.495	833.379		1.390.524
1997					62.675	453.907	46.828	846.731		1.410.141
1998	44.878	35.742	169.967	192.054	64.689	459.884	47.108	857.988	24.620	1.896.930
1999	45.518		173.977	196.147	66.705	458.465	47.389	869.254	25.201	1.882.656
2000	48.457		187.038	205.699	76.556	458.465	49.596	889.828	26.001	1.941.640
2001	49.473	39.151	192.649	210.861	80.241	461.204	50.144	903.333	26.665	2.013.721
2002	50.297	40.030	197.016	214.703	83.090	464.353	50.644	914.534	27.207	2.041.874
2003	51.111	40.994	201.443	218.821	86.038	466.628	51.087	925.402	27.741	2.069.265
2004	52.819	43.019	210.735	227.467	92.227	471.403	52.015	948.216	28.861	2.126.762
2005	53.765	44.139	215.877	232.251	95.653	474.046	52.529	960.841	29.481	2.158.582
2006	54.703	45.251	220.981	237.000	99.052	476.669	53.039	973.372	30.097	2.190.164
2007	53.037	44.692	215.792	232.171	105.294	474.002	51.942	960.631	28.322	2.165.883
2008	56.529	48.688	225.309	240.940	119.231	477.912	54.596	982.832	30.139	2.236.176
2009	57.300		228.996	244.334	123.492	479.384	55.051	991.382	30.531	2.210.470
2010	54.273	51.483	218.008	227.322	127.461	487.562	55.551	999.728	30.732	2.252.120
2011	54.713	52.522	220.352	228.972	131.355	489.720	56.001	1.008.065	31.091	2.272.791
2012	55.139		222.618	230.568	135.121	491.807	56.436	1.016.128	31.438	2.239.255
2013	55.632		225.263	232.419	139.552	494.200	56.942	1.025.507	31.844	2.261.359
2014	55.967	55.626	227.168	233.634	143.111	495.470	57.284	1.031.903	32.140	2.332.303

APÊNDICE M

População Abastecida por Água. Fonte: Adaptado SNIS

Ano	Cachoeiras de Macacu	Guapimirim	Itaboraí	Magé	Maricá	Niterói	Rio Bonito	São Gonçalo	Tanguá	Total dos Municípios
1996		19.022			15.000	380.000	16.000	570.000		1.000.022
1997					15.000	385.097	16.000	577.546		993.643
1998	32.665		146.091	167.427	49.077	401.335	46.093	809.099	25.415	1.677.202
1999	6.450	5.493	40.000	121.415	25.920	367.365	28.060	802.813	10.000	1.407.516
2000	6.332	5.493	39.324	105.319	51.356	389.000	21.480	675.375	4.368	1.298.047
2001	5.291		34.515	49.436	20.649	437.000	20.027	534.612	3.610	1.105.140
2002	5.301		38.398	49.436	21.585	457.000	21.918	539.164	3.810	1.136.612
2003	5.295	25.000	48.541	54.619	22.807	467.000	22.764	543.603	3.816	1.193.445
2004	5.305	26.000	48.628	51.725	23.310	475.800	22.721	625.683	3.810	1.282.982
2005	5.325	26.050	47.882	50.836	24.865	474.046	22.970	698.311	3.553	1.353.838
2006	5.523			51.617		476.669	23.393		3.661	560.863
2007	5.482	27.126		51.572		482.600	25.519		3.717	596.016
2008	5.250	28.810	58.014	53.396	29.073	477.912	27.188	757.255	3.962	1.440.860
2009	5.487		64.986	54.552	31.544	479.384	28.050	798.561	4.326	1.466.890
2010	51.444	22.590	178.140	181.095	73.905	487.562	48.416	850.865	20.991	1.915.008
2011	4.922	25.972	178.854	181.820	74.202	489.720	48.610	854.268	21.076	1.879.444
2012	48.922		178.854	181.820	74.202	491.807	48.610	854.268	21.076	1.899.559
2013	48.795		184.065	185.239	80.914	494.200	49.696	873.732	21.749	1.938.390
2014	48.983	37.668	184.159	185.287	80.941	495.470	49.744	873.830	21.784	1.977.866

APÊNDICE N

Consumo Médio Per Capita de Água na região de estudo. Fonte: Adaptado SNIS

Ano	Cachoeiras de Macacu	Guapimirim	Itaboraí	Magé	Maricá	Niterói	Rio Bonito	São Gonçalo	Tanguá
1998									
1999									
2000						244,22			
2001						244,82		218,50	
2002	296,42	251,88	254,08	252,05	199,54	225,34	281,39	243,56	271,76
2003	290,11		258,53	264,88	202,43	212,23	269,30	242,16	271,60
2004	286,66	85,22	230,89	242,20	197,02	199,17	252,00	266,78	268,12
2005	284,65	108,25	224,79	239,33	188,30	195,96	234,95	221,80	239,23
2006	282,32	101,58		240,24		195,88	257,02		248,88
2007	271,75	78,64		233,57		197,28	223,48		235,78
2008	471,76	75,82	195,70	219,61	177,72	199,21	198,77	201,58	219,77
2009	263,30		214,50	221,90	177,5	203,80	192,4	206,50	224,10
2010	149,20	88,90	260,80	242,90	214,3	205,50	249,8	244,00	260,50
2011	293,90	105,20	178,40	158,40	153,3	215,80	197,7	250,80	157,50
2012	164,32		181,55	161,22	156	223,40	201,21	255,18	160,28
2013	334,58		179,85	160,52	150,02	227,51	199,99	252,34	158,66
2014	325,43	77,41	177,44	159,18	143,91	250,37	197,93	237,55	156,20

APÊNDICE O

Índice de Perda por município. Fonte: Adaptado SNIS

Ano	Cachoeiras de Macacu	Guapimirim	Itaboraí	Magé	Maricá	Niterói	Rio Bonito	São Gonçalo	Tanguá
1998									
1999	10,57		46,00	67,99	19,39		40,34	69,98	61,12
2000			49,76	32,22	21,70	33,98	59,91	61,40	57,56
2001	21,73	-55,11	48,98	14,78	-1,08	27,36	59,84	42,93	65,58
2002	92,29	0,20	66,23	34,93	-4,41	20,91	51,57	-0,19	63,67
2003	91,99		30,06	45,40	-0,68	26,71	50,98	35,48	53,62
2004	88,39	-27,50	61,01	22,83	-4,99	29,51	55,31	27,90	47,94
2005	92,14	1,77	38,73	52,88	11,00	25,86	59,88	27,63	58,39
2006	93,69	16,66		69,60		26,69	57,70		68,32
2007	95,98			38,01		27,49	57,98		62,71
2008	3,35	-22,69	55,71	31,94	21,54	26,94	53,01	-13,23	64,10
2009	4,16	-22,69	44,95	24,67	18,84	26,70	47,35	34,13	56,70
2010	20,01	-25,23	63,46	65,56	58,67	36,29	52,96	35,37	76,58
2011	0,52		66,03	67,32	59,33	21,60	55,9	33,96	76,37
2012	47,53	26,11	66,43	67,70	59,81	19,55	56,43	36,76	76,67
2012	2,15								
2013	47,55	64,90	66,36	67,63	59,72	15,90	56,32	37,74	76,62
2013	1,35								
2014	47,55	65,25	66,42	67,70	59,78	17,79	56,41	39,39	76,63
2014	2,13								

APÊNDICE P

Volume de Água Macromedido. Fonte: Adaptado SNIS

Ano	Cachoeiras de Macacu	Guapimirim	Itaboraí	Magé	Maricá	Niterói	Rio Bonito	São Gonçalo	Tanguá	Total dos Municípios
1996					1.095,0	47.450,0	1.773,9	107.310,0		157.628,9
1997					1.234,1	46.357,9	1.737,4	105.120,0		154.449,4
1998										
1999						4.536,0				4.536,0
2000						53.022,0				53.022,0
2001			4.982,6		1.576,8	52.849,0	4.478,1	118.323,0	1.103,7	183.313,2
2002			4.541,0		1.266,0	53.606,1	3.966,0	106.118,0	1.069,0	170.566,1
2003			4.341,0		1.354,0	54.302,1	3.868,0	158.769,0	860,0	223.494,1
2004		781,2	4.196,4		1.471,3	54.239,5	4.320,3	166.841,7	758,3	232.608,7
2005		1.025,7	4.533,9		1.889,1	52.028,9	4.621,1	120.425,7	784,7	185.309,2
2006		1.157,8				52.657,0				53.814,8
2007						53.817,0				53.817,0
2008	11.924,0					53.684,0		142.259,0		207.867,0
2009						54.256,0		163.451,0		217.707,0
2010						53.544,2		163.511,7		217.055,9
2011		1.964,0				53.518,0		165.998,0		221.480,0
2012						55.443,7		182.753,0		238.196,7
2013						55.736,6		186.541,0		242.277,6
2014						58.919,2		191.803,0		250.722,2

APÊNDICE Q

Volume de Água Produzido. Fonte: Adaptado SNIS

Ano	Cachoeiras de Macacu	Guapimirim	Itaboraí	Magé	Maricá	Niterói	Rio Bonito	São Gonçalo	Tanguá	Total dos Municípios
1997					1.234,1	46.357,9	1.737,4	105.120,0		154.449,4
1998										
1999	666,0		6.532,0	8.398,0	1.866,0	54.432,0	3.577,0	122.771,0	933,0	199.175,0
2000			6.465,0	7.570,0	1.893,0					15.928,0
2001	757,0	327,9	6.465,0	5.370,6	1.576,8		5.197,1	118.323,0	1.103,8	139.121,2
2002	7.431,0	506,0	10.251,0	6.989,0	1.539,0		4.656,0	106.118,0	1.069,0	138.559,0
2003	7.006,0		6.093,0	9.212,0	1.700,0		4.684,0	158.769,0	860,0	188.324,0
2004	4.777,6	781,2	10.732,2	6.091,4	1.660,0		4.917,5	166.841,7	758,3	196.559,9
2005	7.023,7	1.025,7	6.721,0	9.506,2	1.968,0		5.146,7	153.823,0	817,4	186.031,7
2006	9.331,2	1.157,8		15.552,0			5.412,1		1.088,6	32.541,7
2007	13.560,5			7.095,6			4.747,4		851,5	26.254,9
2008	12.848,0	897,8	9.358,0	6.182,0	2.404,0		4.069,0	142.277,0	858,0	178.893,8
2009	9.796,0	910,6	8.749,0	5.804,0	2.420,0		3.685,0	163.451,0	783,0	195.598,6
2010	3.504,0	1.716,0	13.772,6	12.641,1	4.992,5		4.233,0	163.511,7	1.468,9	205.839,7
2011	9.864,0	3.928,0	14.568,0	13.372,0	5.281,0		4.478,0	165.998,0	1.553,0	219.042,0
2012	12.203,0		15.037,0	13.802,0	5.451,0		4.622,0	182.753,0	1.603,0	235.471,0
2013	12.728,0		15.082,0	13.843,0	5.467,0		4.636,0	186.541,2	1.608,0	239.905,2
2014	13.049,9	2.462,8	15.127,0	13.885,0	5.483,0		4.650,0	191.803,0	1.613,0	248.073,7

APÊNDICE R

Volume de Água Consumido. Fonte: Adaptado SNIS

Ano	Cachoeiras de Macacu	Guapimirim	Itaboraí	Magé	Maricá	Niterói	Rio Bonito	São Gonçalo	Tanguá	Total
2000			3.248,10	5.131,17	1.482,13	33.651,00	2.073,40	48.916,18	361,56	94.863,54
2001	592,50	508,60	3.165,10	4.577,00	1.510,20	36.906,00	1.992,70	94.033,20	360,00	143.645,30
2002	573,00	505,00	3.381,00	4.548,00	1.538,00	36.765,90	2.154,00	104.493,00	368,00	154.325,90
2003	561,00		4.102,00	5.030,00	1.640,00	39.795,70	2.196,00	100.517,00	378,00	154.219,70
2004	554,54	777,60	4.094,39	4.700,60	1.658,22	34.269,60	2.091,84	113.694,00	373,15	162.213,93
2005	552,22	1.007,50	3.959,30	4.479,69	1.655,50	33.968,40	1.959,19	107.353,00	321,47	155.256,28
2006	558,92	964,90		4.491,99		33.986,20	2.174,72		327,66	42.504,40
2007	545,79	763,14		4.398,57		34.536,30	1.994,87		317,48	42.556,15
2008	12.848,00	774,02	4.144,00	4.207,00	1.886,00	34.920,93	1.912,00	109.693,00	308,00	170.692,95
2009	9.388,00		4.816,00	4.372,00	1.964,00	35.617,00	1.940,00	112.979,00	339,00	171.415,00
2010		733,20	11.573,60	10.447,20	4.126,00	36.266,44	3.486,00	127.690,40	1.204,00	195.526,84
2011	9.813,00	932,05	11.620,00	10.489,00	4.143,00	38.485,64	3.500,00	128.201,00	1.209,00	208.392,69
2012	9.884,00		11.852,00	10.699,00	4.225,00	40.018,80	3.570,00	134.529,00	1.233,00	216.010,80
2013	9.994,67		11.912,00	10.753,00	4.247,00	40.939,00	3.588,00	135.202,00	1.240,00	217.875,67
2014	9.944,67	1.064,32	11.924,00	10.764,00	4.251,00	45.219,70	3.592,00	135.337,00	1.241,00	223.337,69

ANEXO A

População estimada das comunidades de Niterói. Fonte: CAN

Comunidade	População Estimada
CANTAGALO, MORRO DO	2.871
COCADA, MORRO DA	530
FAZENDINHA, ESTRADA DA	338
SITIO DE FERRO, COMUNIDADE DO	2.638
VITÓRIA, MORRO DA	1.457
FATIMA, BAIRRO DE	707
MORRO DO VINTÉM	301
BALDEADOR, COMUNIDADE DO	797
BALDEADOR, PROJETO	180
BARREIRA, COMUNIDADE DA	493
CASTRO, MORRO DO	797
COVA DA ONCA, COMUNIDADE DA	347
NOVO MEXICO, COMUNIDADE DO	4.077
LEOPOLDINA, COMUNIDADE DA	1.150
MARUÍ GRANDE, MORRO DO / BURACO DO BOI	2.353
CARAMUJO, MORRO DO	2.421
JARDIM FIGUEIRA	893
MORRO DO CÉU	840
ARROZ, MORRO DO	164
CHÁCARA, MORRO DA	846
ESTADO, MORRO DO	4.690
HIPICA, COMUNIDADE DA	248
PREVENTÓRIO, MORRO DO	5.456
ABACAXI, MORRO DO	586
CUBANGO, MORRO DO	812
IARA, MORRO	239
SERRAO, COMUNIDADE DO	1.460
TRÊS DE OUTUBRO, COMUNIDADE	180
VALE FELIZ, COMUNIDADE	171
BRASILIA, COMUNIDADE NOVA	2.027
CORONEL LEÔNCIO, MORRO	2.802
DONA INÊS (526), MORRO	270
MARÍTIMOS, MORRO DOS	2.074
OTTO, COMUNIDADE DA	87
PIRES, MORRO DO	645
SAO JOSE II, COMUNIDADE DO	363
TRAVESSA IRANY (Trav. 06)	2.009
BERNARDINO, MORRO DA	319

Comunidade	População Estimada
BONFIM, MORRO DO	518
CAIXA D'ÁGUA, MORRO DA	1.513
COND. ZILDA ARNO	1.159
GERALDO, MORRO SÃO	388
HOLOFOTE, MORRO DO	915
JUCA BRANCO, COMUNIDADE DO	397
MACKENZIES	158
PALMEIRA, COMUNIDADE DA	1.559
PIMBA, MORRO DO	440
SANTO CRISTO CORÉIA, MORRO	809
SANTO CRISTO, MORRO	1.473
TEXEIRA DE FREITAS, MORRO	1.603
VILA IPIRANGA, MORRO DA	3.497
VILA OLIVEIRA, COMUNIDADE	828
ZINHA, MORRO DONA	1.686
ARY PARREIRA, LADEIRA	186
CAVALÃO, MORRO DO	2.155
ILHA DA CONCEIÇÃO, MORRO DA	1.035
INGÁ/PALÁCIO, MORRO DO	1.770
ARVORAL, COMUNIDADE DO	233
COLONIA DOS PESCADORES (RO)	440
LUZ / SANTO AMARO, MORRO DA	481
ATALAIA, MORRO DO	1.841
CAPIM MELADO, COMUNIDADE	1.045
ITITIOCA, MORRO DA	2.502
BRASILIA, CONDOMINIO	208
LAZAREDO/CASCAREJO, MORRO DO	1.761
MORRO DO PAU FERRO	583
MORRO DO PEIXE GALO/SALINAS	1.091
CARANGUEJO, COMUNIDADE DO	474
MACEIÓ, MORRO DO	583
REMANSO VERDE, COMUNIDADE VILA	239
NOSSO RANCHO, COMUNIDADE	121
OURIVES, COMUNIDADE DOS	115
AMORBELA - TAC	530
AMORBELA/CICLOVIA	2.040
BOA ESPERANÇA, MORRO DA	1.169
BONSUCCESSO, COMUNIDADE DO	1.184
CAFUBÁ, MORRO DO	1.913
JACARE - TAC, COMUNIDADE DO	273
JACARÉ, COMUNIDADE DO	1.132
PROJETO PIRATININGA	1.643
VALE VERDE, COMUNIDADE	233

Comunidade	População Estimada
BARRÃO DE MAUÁ - Beco 292	130
GERALDINA, MORRO DA	543
MIGUEL LEMOS - Beco 34	329
PENHA, MORRO DA	1.448
PROJETO CHIBANTES	62
SANTA BÁRBARA - Rua 07, MORRO	93
SANTA BÁRBARA - Rua 20, MORRO	285
AFRICANO, MORRO DO	316
ALARICO DE SOUZA, MORRO DO	1.662
BELTRAO, COMUNIDADE	989
BEZERRA DE MENESES, MORRO	124
MARTINS TORRES, MORRO DO	400
PÉ PEQUENO, MORRO DO	254
QUEROSENE, MORRO DO	136
SOUZA SOARES, TRAVESSA	350
SOUZA SOAREZ, MORRO DO	1.330
UNIÃO, MORRO DA	732
VIRADOURO, MORRO DO	797
ZULU, COMUNIDADE DO	710
LARA VILELA, MORRO	319
ALBINO PEREIRA, COMUNIDADE	2.452
GROTA DO SURUCUCU, COMUNIDADE	1.482
GROTA, COMUNIDADE DA	25
MORRO DA IGREJINHA	1.423
ATERRADO SÃO LOURENÇO/ SABÃO	738
BOA VISTA, MORRO DA	1.293
BELA VISTA, MORRO DA	313
MATO GROSSO, COMUNIDADE	1.903
POCO DO LARGO, COMUNIDADE DO	338
RATO MOLHADO, COMUNIDADE DO	319
CONDOMINIO INVASÃO	341
BUMBA, MORRO DO	353
SABINO TEODORO, MORRO	248
VIÇOSO JARDIM, CONDOMINIO	1.110
VIÇOSO JARDIM, MORRO	490
VITAL BRASIL, MORRO DO	1.110
TOTAL	117.499