

UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES
PROGRAMA DE MESTRADO EM PLANEJAMENTO REGIONAL E GESTÃO DE
CIDADES

CARLOS JERCEY CARVALHO DE LACERDA

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DO BAIXO PARAÍBA DO SUL

CAMPOS DOS GOYTACAZES
UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES
2008

UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES
PROGRAMA DE MESTRADO EM PLANEJAMENTO REGIONAL E GESTÃO DE
CIDADES

CARLOS JERCEY CARVALHO DE LACERDA

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DO BAIXO PARAÍBA DO SUL

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Planejamento Regional e Gestão de Cidades da Universidade Candido Mendes – Campus de Campos dos Goytacazes/RJ, para obtenção do grau de mestre em Planejamento Regional e Gestão de Cidades.

Orientadora: Prof.^a Elzira Lucia de Oliveira, D. Sc.

CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ

2008

AGRADECIMENTOS

É chegado momento de agradecer àqueles que muito me auxiliaram na conclusão deste trabalho.

A Deus e à minha família por ter me fortalecido nas horas de desânimo.

À Juliana Araújo que me auxiliou na informática.

À Prof.^a Elzira Lucia que, com sua paciência, dedicação e pulso firme, orientou-me com segurança e competência.

Não posso deixar também de agradecer aos colegas da 5^a turma pela partilha de experiências, à coordenadora Prof.^a Rosélia Piquet pelo empenho demonstrado na condução do curso, à Aparecida, secretária do curso e a todos os professores que me propiciaram uma compreensão e visão mais crítica da sociedade em que vivo.

E, por fim, ao CEFET Campos pelo apoio dado para que pudesse concluir o curso.

“A biosfera é estritamente limitada em seu volume, por isso contém um estoque também limitado de recursos de que as várias espécies de seres vivos têm de lançar mão para se manterem. Alguns desses recursos são renováveis, outras insubstituíveis condena-se à extinção”.

Arnaldo Toynbee, A Humanidade e a Mãe Terra

RESUMO

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DO BAIXO PARAÍBA DO SUL

A água é um bem público e finito. Em função disto, garantir a sua qualidade, independentemente da fonte, deve ser prioridade dos órgãos de controle ambiental por meio de programas de monitoramento, licenciamento das atividades poluidoras, fiscalização e outras medidas de controle corretivas e preventivas. As águas da Bacia do Rio Paraíba do Sul, desde a sua nascente, têm sido agredidas com os mais diversos tipos de poluição e também, tendo sido vítima de dois grandes acidentes. Um indicador da qualidade ambiental na sua foz é de relevância social e econômica para as populações que vivem às margens desse rio. Considerando as cargas poluidoras que a Bacia recebe em todo o seu trecho, poder-se-ia supor que este rio chegue a sua foz em condições bastante deterioradas, do ponto de vista da qualidade da água. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi construir um Indicador de Sustentabilidade Ambiental Municipal para os municípios da região norte fluminense que fazem parte do trecho final da Bacia do Rio Paraíba do Sul até a sua foz no município de São João da Barra, com base naquele utilizado por Braga (2003). Os municípios que compõem este trecho são Itaocara, Cambuci, São Fidélis, Campos e São João da Barra. Os índices de sustentabilidade ambiental municipal construídos para o trecho inferior da Bacia do Rio Paraíba do Sul permitem afirmar que nenhum dos municípios estudados apresenta padrão de desenvolvimento verdadeiramente sustentável, uma vez que todos eles apresentam valores baixos, especialmente em alguns indicadores temáticos. Recomenda-se para os municípios analisados políticas públicas para melhorar o IDHM-Educação e o IDHM-Renda, principalmente Cambuci e São João da Barra cujos valores para estes índices foram muito baixos. Reforça-se ainda que em São João da Barra verifica-se urgência em planejar e colocar em prática políticas públicas principalmente no que se referem a saneamento básico e educação.

Palavras-chave: sustentabilidade ambiental – saneamento ambiental – qualidade de vida – redução de pressão antrópica

ABSTRACT

ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY OF THE LOW SOUTHERN PARAÍBA

Water is a public and finite asset. That's why, ensuring its quality, independently of its source, must be priority to the environmental control bodies by monitoring programs, polluting activities license, surveillance and other preventive and corrective ways. The Southern Paraíba River Basin's water, since its source, has been assaulted by several types of pollution as well as it has been victim of two big accidents, an environmental quality indicator in its source is socially and economically relevant to the people who live on the banks of this River. Regarding the polluting loads that the Basin receives along its trajectory, it could be imagined this river arrives to its source in very deteriorative conditions, analysing the water quality. This way, building a Municipal Environmental Sustainability Indicator to the northern cities of Rio de Janeiro that are part of the final trajectory of the Southern Paraíba River Basin up to its estuary in São João da Barra city, according to Braga (2003), was the aim of this paper. The cities that are part of this trajectory are Itaocara, Cambuci, São Fidélis, Campos and São João da Barra. The municipal environmental sustainability rates to the bottom trajectory of the Southern Paraíba River Basin allow to state that none of the analysed cities truly has a sustainable development pattern, because all of them have low values, specially in some thematic indicators. Public policies to these cities are recommended in order to improve the IDHM – Education and the IDHM-Income, mainly Cambuci and São João da Barra whose values to these rates were very low. It is reinforced that in São João da Barra, there is urgency in planning and practicing public policies mainly in basic sanitation and education.

Key-words: environmental sustainability – natural resources – life conditions – water resources

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Ciclo Hidrológico da água-----	13
FIGURA 2: Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul -----	47
FIGURA 3: Mapa representativo do recorte geográfico em estudo -----	49
FIGURA 4 :Percentual das internações em decorrência de doenças infecciosas e parasitárias em relação ao total de internações – 1998-2007 – municípios selecionados.-----	52
FIGURA 5: Imagem aérea dos pontos de coleta em Itaocara -----	56
FIGURA 6: Ponto 1 de aplicação do protocolo em Itaocara-----	57
FIGURA 7: extensão do Ponto 1 de aplicação do protocolo em Itaocara -----	57
FIGURA 8: local distante aproximadamente 100 metros do Ponto 1 -----	58
FIGURA 9: local distante com retirada de areia no ponto 5 e vista de ilhas com vegetação ---	58
FIGURA 10: Aspectos urbanísticos da orla do Rio Paraíba so Sul em Itaocara-----	59
FIGURA 11: Imagem aérea dos pontos de coleta em Cambuci-----	60
FIGURA 12: Fundos de residências da rua Beira rio que margeiam o Rio Paraíba do Sul -----	61
FIGURA 13 : Valão Dantas -----	61
FIGURA 14 : Aspecto geral do trecho-----	62
FIGURA 15 : Aspecto geral do ponto dois-----	62
FIGURA 16: Imagem aérea dos pontos de coleta em São Fidélis -----	64
FIGURA 17: Aspecto geral em São Fidélis-----	64
FIGURA 18: ponto dois-----	65
FIGURA 19: Imagem aérea dos pontos de coleta em Campos dos Goytacazes -----	67
FIGURA 20: Vista do dique do Rio Paraíba do Sul no perímetro urbano de Campos dos Goytacazes -----	67
FIGURA 21 : Ponto dois-----	68
FIGURA 22: Vista da entrada de esgoto sanitário doméstico -----	68
FIGURA 23: Imagem aérea dos pontos de coleta em São João da Barra-----	70
FIGURA 24: vista geral dos arredores do ponto um em São João da Barra-----	71
FIGURA 25: Presença da atividade de comércio de pesca no ponto cinco-----	71
FIGURA 26: Aspecto Geral Da Água E Do Leito -----	72

LISTA DE TABELAS E QUADROS

TABELA 1: Volume total de água doce dos principais reservatórios do planeta.....	16
TABELA 2: Ranking dos países mais ricos em recursos hídricos renováveis.....	17
TABELA 3: Distribuição dos Recursos Hídricos Renováveis, por grandes regiões geográficas, área, população, densidade demográfica e disponibilidade hídrica social – brasil/2000	18
TABELA 4: Uso da água por regiões segundo os setores de atividade – 1987	20
TABELA 5: Estimativas de áreas irrigadas e de demandas para irrigação em 2010	21
TABELA 6: Participação dos domicílios particulares permanentes com redes coletoras de esgotos no total de domicílios, por ano em estratos geográficos selecionados	23
TABELA 7: Distribuição dos domicílios particulares permanentes segundo o destino do Lixo, por período, Brasil e Rio de Janeiro	24
QUADRO 1: Macro Região Ambiental da Bacia do Rio Paraíba do sul em Território Fluminense	35
QUADRO 2: Sustentabilidade ambiental municipal.....	37
QUADRO 3: Sustentabilidade ambiental municipal.....	38
QUADRO 4: Protocolo de avaliação Rápida de Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, adaptado da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (EPA, 1987).....	40
QUADRO 5: Protocolo de avaliação Rápida de Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo de Hannaford et al (1997) (continua).....	40
QUADRO 5: Protocolo de avaliação Rápida de Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo de Hannaford et al (1997) (conclusão).....	42
QUADRO 6: Protocolo de avaliação Rápida de Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, adaptado de Hannaford et al (1997) e Callisto et al (2002).....	43
TABELA 8: População residente por grandes grupos etários.....	50
TABELA 9: Taxa de urbanização -2000.....	50
TABELA 10: Taxa de analfabetismo - 2000.....	51
TABELA 11: Percentual de pessoas que vivem em domicílios com acesso aos serviços básicos municípios selecionados - 2000.....	53
TABELA 12: Percentual de domicílios por tipo de acesso à água - municípios selecionados - 2000	53
TABELA 13: Percentual de domicílios por tipo de esgoto - municípios selecionados - 2000	53
TABELA 14: Percentual de domicílios que têm acesso à água por meio de poço ou nascente segundo o tipo de esgoto - municípios selecionados - 2000.....	54
TABELA 15: Percentual de domicílios por tipo coleta de lixo - municípios selecionados - 2000	55
TABELA 16: Distribuição da população ocupada (formal) segundo os setores de atividade - municípios selecionados - 2006.....	55
TABELA 17: Protocolo de Avaliação Rápida no município de Itaocara/RJ	59
TABELA 18: Protocolo de Avaliação Rápida no município de Cambuci/RJ	63
TABELA 19: Protocolo de Avaliação Rápida no município de São Fidélis/RJ.....	66
TABELA 20: Protocolo de Avaliação Rápida no município de Campos/RJ	69
TABELA 21: Protocolo de Avaliação Rápida no município de São João da Barra/RJ	72
TABELA 22: Índice de qualidade do sistema ambiental padronizado	74
TABELA 23: Índice de qualidade da habitação padronizado	74
TABELA 24: Índice de condições de vida, renda e qualidade de vida.....	75

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	ÁGUA: PLANETA VIDA	12
2.1	USOS DA ÁGUA NO BRASIL.....	18
2.2	POLUIÇÃO DAS ÁGUAS E SAÚDE HUMANA.....	21
2.3	GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	24
3	RECORTE GEOGRÁFICO E METODOLOGIA.....	36
3.1	CONSTRUÇÃO DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL LOCAL.....	36
3.2	INDICADORES SINTÉTICOS	44
3.3	BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL	46
3.4	CARACTERIZAÇÃO SOCIODEMOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO	49
3.5	PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA NO CURSO INFERIOR DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL.....	55
4	ANÁLISE DOS INDICADORES	73
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

1 INTRODUÇÃO

Estudar a degradação ambiental da Bacia do Rio Paraíba do Sul torna-se relevante para promoção e desenvolvimento de um planejamento gestor adequado às peculiaridades sociais e econômicas das regiões fluminenses que usufruem das suas águas, permitindo a manutenção de equilíbrio deste ecossistema para o desenvolvimento sustentável do Estado do Rio de Janeiro.

A Bacia do Rio Paraíba do Sul abastece com água potável milhares de pessoas que vivem ou não às suas margens. Suas águas são utilizadas para produção de energia elétrica, como fontes de mineração e de pesca. Também, empresas estatais e multinacionais sediadas principalmente na região Sul Fluminense se apropriam de seus recursos hídricos em seus processos produtivos.

Há várias décadas, a Bacia do Rio Paraíba do Sul tem passado por diferentes processos de degradação ambiental. A primeira e mais significativa alteração ocorreu no trecho médio do Rio Paraíba do Sul devido à construção da barragem e da elevatória de Santa Cecília, em operação desde 1952. Essa obra provocou uma diminuição da população de peixes no trecho do rio entre Volta Redonda e Santa Cecília.

Na década de 70, a Bacia do rio Paraíba do Sul foi alvo de grande expansão demográfica e industrial, principalmente no trecho entre as cidades de Resende e Volta Redonda, na Região do Médio Paraíba. A alta concentração populacional e industrial promoveu uma série de eventos agressivos que culminaram com a baixa qualidade de saneamento ambiental da bacia do Rio Paraíba. Podem-se destacar como principais eventos, os lançamentos “in natura” de elementos domésticos, e dejetos industriais sem tratamento adequado diretamente sobre o leito do rio. As suas margens foram utilizadas para

descarregamento de lixo de várias origens e desmatadas para construção de casas para as populações ripárias, tendo como conseqüências o assoreamento e a erosão. Adiciona-se a isso o uso indevido e não controlado de agroquímicos que contaminavam o lençol freático da Bacia do Rio Paraíba do Sul no período de grandes chuvas.

As pressões oriundas da intervenção humana, além da degradação constante, podem em ausência de manejo e fiscalização adequados, provocar acidentes de grandes dimensões. A partir da década de 80 registram-se graves acidentes químicos que atingiram alguns trechos da Bacia do Rio Paraíba do Sul.

O primeiro acidente ecológico grave, provocado pela Indústria Paraibuna de Metais, aconteceu em 1982, foi o lançamento de metais pesados sobre o Rio Paraibuna, afluente do Rio Paraíba do Sul. O segundo acidente ecológico grave foi o rompimento da barragem de Empresa Cataguazes de Papel em 2003, que armazenava resíduos tóxicos provenientes do processo produtivo do papel. Acidentes das dimensões dos citados produzem inevitáveis conseqüências negativas, principalmente sobre as populações desprovidas de condições adequadas de saneamento básico e sobre as populações ripárias, cuja sobrevivência depende economicamente desta Bacia.

Diante destes acontecimentos, o Rio Paraíba tem sido classificado como classe três, a penúltima dos rios mais poluídos, fixada pela Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA.

O Rio Paraíba do Sul agoniza lentamente e, para minorar esta problemática o Decreto 1.842 de 22/03/1996 instituiu o Comitê de Integração da Bacia do Rio Paraíba do Sul – CEIVAP com a finalidade precípua de promover a gestão dos recursos hídricos visando o desenvolvimento sustentado da Bacia em consonância com a política nacional de recursos hídricos.

A água é um bem público e finito. Em função disto, garantir a qualidade das águas, de qualquer que seja a Bacia, deverá ser prioridade dos órgãos de controle ambiental por meio de programas de monitoramento, licenciamento das atividades poluidoras, fiscalização e outras medidas de controle corretivas e preventivas. Como afirma Pielou (1998, p.51) “a água é muito mais do que um recurso natural. Ela é uma parte integral do planeta Terra. Está presente há bilhões de anos, e é parte da dinâmica funcional da natureza”.

As águas da Bacia do Rio Paraíba do Sul, desde a sua nascente, têm sido agredidas com os mais diversos tipos de poluição e também, tendo sido vítima de dois grandes

acidentes. Em função disto, um indicador da qualidade ambiental na sua foz é de alta relevância social e econômica para as populações que vivem às margens desse rio.

Considerando as cargas poluidoras que a Bacia recebe em todo o seu trecho, poder-se-ia supor que este rio chegue à sua foz em condições bastante deterioradas, do ponto de vista da qualidade da água.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é construir um indicador de qualidade ambiental municipal para municípios da região norte fluminense que fazem parte do trecho final da Bacia do Rio Paraíba do Sul até a sua foz no município de São João da Barra, com base naquele utilizado por Braga (2003). Tal indicador é composto por quatro dimensões e os componentes temáticos do indicador bem como as adaptações para este trabalho serão detalhados no capítulo de metodologia. Entretanto, esclarece-se que, por falta de dados secundários disponíveis, a dimensão que se refere à qualidade da água será estimada a partir da aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats conforme foi utilizado por Callisto et al (2002).

Por fim, espera-se que o Índice de Sustentabilidade Ambiental Municipal mensure o nível de saúde do sistema ambiental por meio dos diversos indicadores que serão estimados para o trecho da Bacia do Rio Paraíba do Sul, especificamente nos municípios do seu trecho baixo: Itaocara, Cambuci, São Fidélis, Campos e São João da Barra.

Como a motivação principal do trabalho é a questão da água, qualidade, uso e escassez, no capítulo dois se discute os usos da água no Brasil, as fontes de poluição das águas e o sistema de gestão de recursos hídricos.

No capítulo três caracteriza-se o recorte geográfico bem como se detalham os procedimentos metodológicos. No capítulo quatro discutem-se os resultados dos indicadores calculados e finalmente no capítulo cinco tecem-se as considerações finais do trabalho.

2 ÁGUA: PLANETA VIDA

Aristóteles (384–322 a. C.) e outros filósofos gregos acreditavam que o mundo era constituído apenas por quatro elementos: o fogo, o ar, a água e a terra. Esses quatro elementos estavam associados diretamente aos quatro princípios fundamentais da natureza: o calor, o frio, o úmido e o seco. E, nessa ótica filosófica, a água era um elemento simples e primário que, jamais poderia decompor-se em outros componentes mais elementares.

Joseph Priestley, químico e teólogo inglês executou em 1781 a síntese da água através da combustão do gás hidrogênio¹. Este fato experimental comprovou que o elemento mais simples hidrogênio era capaz de produzir água, quando queimado.

O cientista francês Antoine Laurent Lavoisier considerado o “Pai da Química” chegou à conclusão, por intermédio de experimentos no Século XVIII, que a água era composta de dois elementos químicos, a saber: o hidrogênio e o oxigênio.

Finalmente, em 1805, outro francês, Louis-Joseph Gay-Lussac e o sábio prussiano Alexander Von Humboldt demonstraram que a proporção entre os átomos dos elementos hidrogênio e oxigênio era de 2 para 1, respectivamente, o que levou a representar a molécula da água pela fórmula química H₂O (REBOUÇAS, 2004).

...aquilo que envolve a terra não é apenas ar, mas uma espécie de vapor, e isto é que explica que ele se condense de novo em água... do mesmo modo como as diminutas partículas de terra e de ouro podem, às vezes flutuar à superfície de água, também a água se mantém em suspensão no ar. Mas o acúmulo de uma multidão de finas partículas dá origem a grandes gotas que tombam sobre a terra (Aristóteles)

Sob uma concepção moderno-científica, Branco (1993, p.27) afirma que o

¹ O hidrogênio queimado em presença do oxigênio produz água.

...ciclo hidrológico está intimamente ligado ao ciclo energético terrestre, isto é, à distribuição da energia proveniente do Sol. Essa energia é, em última análise, a responsável pelo transporte da água do mar e da própria terra para as grandes altitudes, de onde se derrama, na forma de chuva e de neve, sobre os continentes.

Conforme FIGURA 1, o ciclo da água é um movimento contínuo e é o que traz estabilidade aos vários ambientes terrestres e aquáticos garantindo com isso, a ocorrência de uma série de fenômenos físicos e químicos fundamentais aos seres vivos animais e vegetais.

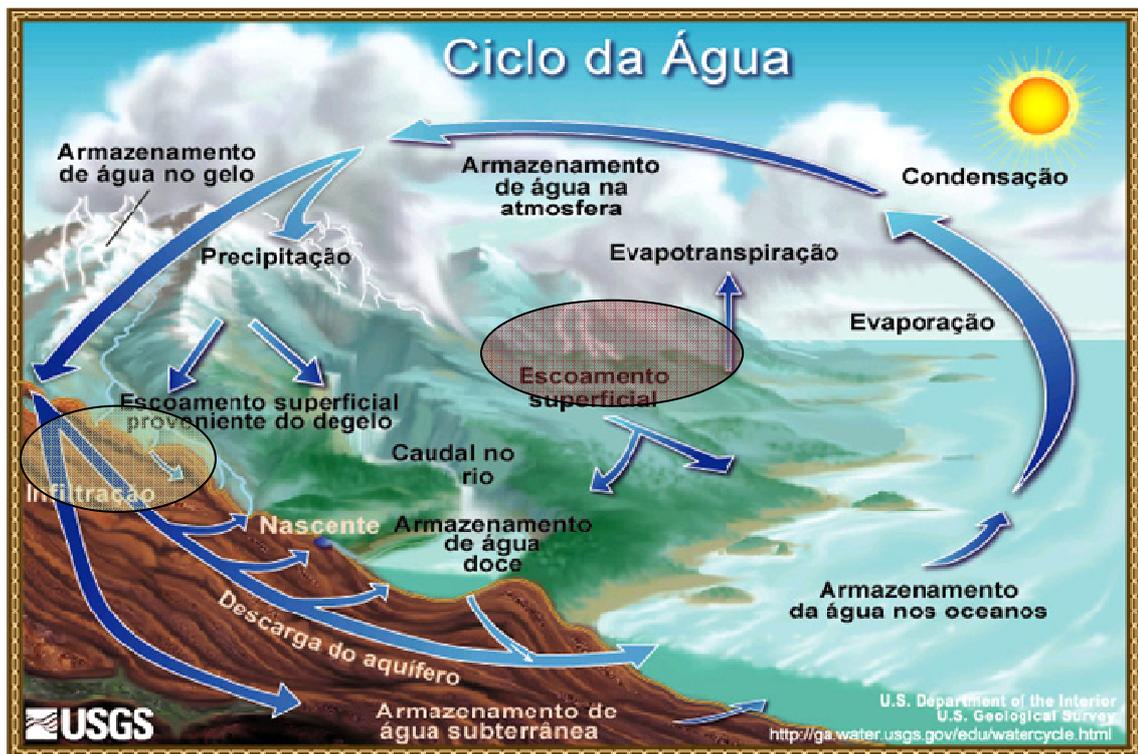


FIGURA 1: CICLO HIDROLÓGICO DA ÁGUA

FONTE: [HTTP://GA.WATER.USGS.GOV/EDU/GRAPHICS/WATERCYCLEPORTUGUESEHIGH.JPG](http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html)

Volvendo, a uma explicação mais amudada, Magossi (1992, p.11) acentua que a água retorna à atmosfera principalmente pelo fenômeno da evapotranspiração e que, nesse processo, as folhas dos vegetais repõem o vapor d'água no ar em quantidades bastante significativas.

Magossi (1992), também destaca dois importantes fenômenos do ciclo hidrológico: o escoamento superficial e a infiltração. O escoamento superficial é o fenômeno pelo qual as águas escoam sobre a superfície da terra, formando os riachos, córregos e rios. A infiltração é um fenômeno tão importante quanto o escoamento superficial, pois, penetrando no solo, a água das chuvas vai abastecendo os lençóis freáticos.

Reforçando, o conceito de escoamento superficial, Branco (1993, p.29) complementa que cerca de 30% do total de chuvas que caem à superfície terrestre escoam diretamente para os

rios e, que essa água de escoamento superficial é responsável pelos fenômenos de erosão e transporte de terra e outros sedimentos. Todavia, a maior parte infiltra-se no solo preenchendo os espaços vazios existentes entre os grãos de areias, argilas ou de rochas mais consolidadas, constituindo depósitos de águas subterrâneas.

Tundisi (2003, p.5) afirma que até o final da década de 80, pensava-se que o ciclo hidrológico no planeta era fechado e, que a quantidade de água era invariável desde o início da formação da Terra.

No entanto, pesquisas recentes sugerem que bolas de neve de 20 a 40 toneladas, denominadas pelos cientistas de pequenos cometas oriundas de outras regiões do sistema solar podem penetrar a atmosfera terrestre. As chuvas de bolas de neve vaporizam-se ao se aproximarem da atmosfera da Terra e, com isso, podem ter acrescentado ao planeta três trilhões de toneladas de água a cada 10.000 anos (Frank, 1990; Pielou, 1998).

Nas palavras de Pielou (1998), o ciclo hidrológico pode ser considerado um ciclo de vida, e, a história natural da água na Terra, está relacionada aos ciclos de vida e à história da vida.

A vida sempre esteve associada à existência de água. No corpo humano a água corresponde a mais de 60% do seu peso (Bonacella, 1990, p. 16). Isso significa que 42 Kg de um indivíduo de 70 Kg é massa de água. A água mantém equilíbrio salutar no organismo humano, pois dissolve e elimina resíduos tóxicos, umedece os pulmões, a pele, as mucosas e regula a temperatura corporal.

Em torno da água surgiram as primeiras civilizações e cidades como as do Egito às margens do Rio Nilo. No Brasil, a história registra a colonização e o estabelecimento das capitânicas hereditárias a partir do litoral brasileiro.

“[...] toda relação com a matéria, é uma relação de poder que se inscreve no campo político por intermédio do modo de produção. Um recurso é o produto de uma relação. A partir daí, não há recursos naturais, é uma concepção histórica da relação com a matéria que cria a natureza sociopolítica e socioeconômica dos recursos. A água é um recurso natural renovável indispensável à vida... A água, como qualquer outro recurso é motivo para relações de poder e de conflitos.” (RAFFESTIN, 1980, p. 225).

A Organização das Nações Unidas - ONU atualmente considera a água um recurso natural estratégico face sua importância e escassez. A escassez de água está diretamente

ligada a uma combinação de fatores, tais como o crescimento populacional exagerado, a diminuição da cobertura vegetal e a degradação ambiental dos recursos hídricos. A Conferência Internacional sobre água e o meio ambiente ocorrida em janeiro de 1992 em Dublin (Irlanda) enumerou o seguinte princípio: “A água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para a sustentação da vida, o desenvolvimento e o meio ambiente”. Contrariando a Rafestin (1980) que define a água como um recurso renovável.

Em 1997, a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES deflagrou, o movimento de recursos hídricos naturais com a elaboração da Carta de Águas Doces no Brasil². Em março de 2000, sob o enfoque temático Água é Vida foi debatido no Fórum Mundial sobre a água em Haia (Holanda), os problemas inerentes à escassez desse recurso.

[...] A escassez e o desperdício de água doce representa uma série e crescente ameaça para o desenvolvimento sustentável e proteção do ambiente. A saúde e o bem-estar do homem, a garantia de alimentos, o desenvolvimento industrial e os ecossistemas dos quais eles dependem estarão todos em risco, se os recursos de água e solos não forem geridos, na presente década, de forma bem mais efetiva ou que tem sido no passado...(MUNÓZ, 2000, p.15. apud LAMÔNICA, 2002, p.9).

A área total da superfície da Terra é de 510,1 milhões de km². A superfície coberta por água equivale aproximadamente 360,6 milhões de km². O volume total de água no planeta é de 1.385.984.610 km³. Desse total 97,5% constitui-se de água salgada e apenas 2,5% de água doce (SHIKLOMANOV, 1998; FUNDACIÓN CANAL, 2003). Esse porcentual de água doce corresponde ao volume disponível aproximado de 35 milhões de km³ que o homem pode usufruir para diversos fins sociais e econômicos.

Como se vê pela TABELA 1, existe uma grande restrição no aproveitamento da água doce, já que do total de 2,5% de água doce presente na Terra, apenas 0, 007% é de fácil acesso por estar disponível na superfície terrestre em forma de rios e lagos.

² Documento elaborado no seminário A evolução dos mananciais das grandes cidades brasileiras, patrocinado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP e Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES seção São Paulo. Em linhas gerais, partia-se do pressuposto de que no Brasil, apesar da abundância de água, faltava ética e eficiência na promoção de ações públicas e privadas com intuito de evitar o desperdício. Além disso, destacava-se que os serviços de saneamento básico deveriam ser eficientes na coleta e disposição de resíduos urbanos, na proteção das águas subterrâneas e na promoção do planejamento e da gestão integrada dos aspectos quantitativos e qualitativos das fases aérea, superficial e subterrânea do ciclo hidrológico.

TABELA 1
VOLUME TOTAL DE ÁGUA DOCE DOS PRINCIPAIS RESERVATÓRIOS DO PLANETA

Reservatório	Total %	Volume de água doce	Volume de água doce disponível
Calotas geladas e geleiras	1,7200	68,851	–
Água doce subterrânea	0,7500	29,900	98,72
Solos gelados	0,0220	0,860	–
Lagos água doce	0,0070	0,260	0,86
Umidade do solo	0,0010	0,050	0,17
Vapor atmosférico	0,0010	0,040	0,12
Pântanos	0,0008	0,030	0,1
Calha dos rios	0,0002	0,006	0,02
Biomassa	0,0001	0,003	0,01
Total	2,5021	100,000	100,00

FONTE: ADAPTADO DE SHIKLOMANOV (1998)

Conforme Almeida (2006), a água não está distribuída homoganeamente na Terra e a dinâmica demográfica, o aumento das taxas de urbanização e de industrialização produzem demanda heterogênea, embora concentrada em pontos específicos.

A água é o recurso natural de grande importância para o crescimento econômico e social da população, sendo em algumas regiões, um importante fator de indução ao investimento, produzindo vantagens comparativas estáticas. A água também está envolvida em conflitos de interesses quando o assunto é a taxaço e regulamentação do seu uso.

Almeida (2006) também afirma que nos grandes aglomerados urbanos não é a população que impacta diretamente o meio, mas as atividades econômicas necessárias à produção de bens e serviços que atraem população de forma desorganizada e despeja toda sorte de dejetos: o ar poluído pelas indústrias, os rios utilizados como via de esgotos domiciliares e industriais, a erosão de terrenos íngremes, a exploração imobiliária.

De acordo com Almeida (2006), desde 1900, a quantidade de água doce utilizada no mundo multiplicou-se por quatro, enquanto a população duplicava. Caso a tendência não se altere, a quantidade de água doce disponível per capita por ano cairá dos atuais 6.800 m³ para 4.800 m³ em 2025 (UNESCO). Este cálculo teórico baseia-se no volume de toda água que corre nos rios, diminuída dos efeitos da evaporação e das infiltrações, ignorando, para tanto, as quantidades mínimas de água necessárias para manter vivos os ecossistemas aquáticos e as águas de difícil acesso.

Almeida (2006) avalia que a crescente concentração da população em cidades gera a necessidade de captação de grandes volumes de água tratada, energia, alimentação e lazer e

acarreta uma grande produção de efluentes que devem ser tratados antes de retornar à natureza.

Dados da FAO - Food and Agriculture Organization (2002) revelam que os maiores volumes de recursos hídricos renováveis do mundo estão concentrados em seis países: Brasil, Rússia, EUA, Canadá, China e Indonésia, cujos volumes respectivos se encontram na TABELA 2 em ordem decrescente da disponibilidade.

TABELA 2
RANKING DOS PAÍSES MAIS RICOS EM RECURSOS HÍDRICOS RENOVÁVEIS

Posição	Países	Recursos Hídricos Renováveis (km ³ /ano)
1	Brasil	8.233,00
2	Rússia	4.507,30
3	EUA	3.069,40
4	Canadá	2.902,00
5	China	2.896,57
6	Indonésia	2.838,00

FONTE: FAO (2002)

Em que pese o Brasil apresentar a primeira posição em Recursos Hídricos Renováveis no mundo, em relação à disponibilidade hídrica social³ o país ocupa a vigésima sexta posição em— 48.314 m³ /hab/ano (FAO, 2002).

O Brasil possui grande extensão hidrográfica, com 55.457 km² de rios que equivalem a 1,66% da superfície da Terra (Planeta, 2003), sendo que a vazão média anual em território brasileiro é da ordem de 160.000 m³ (MMA, 2003). A riqueza hídrica do país se deve, principalmente, às precipitações pluviométricas abundantes, da ordem de 1.783 mm/ano (FAO, 2002). O percentual hídrico superficial brasileiro representa 12% de toda água doce do planeta e 53% do total da América do Sul (Oliveira Filho, 2000).

Internamente, a água não é distribuída de forma igualitária entre as regiões, a TABELA 3 apresenta alguns indicadores regionais. A Região Norte é a maior área hidrográfica superficial do território brasileiro e apresenta a mais baixa densidade demográfica entre todas as regiões brasileiras. Contudo, é a que apresenta o maior percentual de recursos hídricos do Brasil e a maior disponibilidade hídrica social.

³ A disponibilidade hídrica social é calculada dividindo o valor dos recursos hídricos internos renováveis de um país ou região pelo total da população desta mesma região (m³/habitante/ano).

Em contrapartida, a Região Sudeste que apresenta a mais alta densidade demográfica, é a que tem o segundo mais baixo potencial de recursos hídricos e disponibilidade hídrica social.

A Região Nordeste devido ao seu clima árido e seco tem o mais baixo potencial de recursos hídricos e disponibilidade hídrica social em relação às demais regiões brasileiras.

As maiores regiões brasileiras (Norte e Centro-Oeste) são pródigas em recursos hídricos e disponibilidade hídrica social e é onde se verificam as mais baixas densidades demográficas do país.

TABELA 3
DISTRIBUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS RENOVÁVEIS, POR GRANDES REGIÕES GEOGRÁFICAS, ÁREA, POPULAÇÃO, DENSIDADE DEMOGRÁFICA E DISPONIBILIDADE HÍDRICA SOCIAL – BRASIL/2000

Região	Área (%)	População (%)	Densidade demográfica (%)	Recursos hídricos (%)	Recursos hídricos (km ³ /ano)	Disponibilidade hídrica social (m ³ /hab/ano)
Norte	45,3	7,6	3,35	69,2	3.968,3	307.603
Centro-Oeste	18,8	6,8	7,23	15,3	878,7	75.511
Sul	6,8	14,8	43,54	6,4	365,4	14.553
Sudeste	10,8	42,6	78,2	5,8	334,2	4.615
Nordeste	18,3	28,1	30,69	3,2	186,2	3.900
Total	100,0	100,0	19,92	100,0	5.732,8	33.762

NOTA: DISPONIBILIDADE HÍDRICA SOCIAL CALCULADA COM BASE NO CENSO DE 2000 (IBGE)

FONTE: DNAEE (1985); IBGE (2003)

2.1 USOS DA ÁGUA NO BRASIL

Entre os múltiplos usos da água, Tundisi (2003) destaca que as águas localizadas nas regiões interioranas do Brasil representam enorme recurso disponível para recreação e turismo em larga escala. O lazer em águas é uma atividade de baixo custo e desempenha papel econômico importante, pois existem no Brasil diferentes regiões com águas doces de excelente qualidade e fácil acesso.

Assim, o desenvolvimento das atividades de recreação e turismo requer água de excelente qualidade. Entretanto um dos problemas que afastam o grande público das águas,

minando também o retorno da atividade econômica, pode-se citar a eutrofização⁴ e a perda da qualidade estética⁵ (REBOUÇAS et. al., 2002).

Outra atividade que depende da qualidade da água é a pesca que é desenvolvida no Brasil, principalmente nos grandes rios como Amazonas, Paraná e São Francisco. De acordo com Agostinho (1999), a construção de grandes barragens nas bacias hidrográficas brasileiras tem comprometido a biodiversidade e a atividade pesqueira em muitas regiões. No entanto, essas barragens podem ser utilizadas para produção em larga escala de algumas espécies produzidas em aquíicultura⁶.

Deve-se também ter em mente que a pesca excessiva, sem controle e épocas determinadas de defeso provoca efeitos adversos em vários ecossistemas de águas interiores e costeiras (NOVAIS, 2003).

A aquíicultura, por sua vez contribui para a deterioração dos recursos hídricos em virtude do aumento da composição orgânica e da capacidade de transmissão de parasitas de peixes (NOVAIS, 2003).

De acordo com Oliveira Filho (2000), o Brasil segue a tendência mundial de destinar maior percentual de água para uso na agricultura. Porém, o uso para abastecimento doméstico é superior ao industrial.

O setor industrial responde por cerca de 25% (FAO, 2002) do consumo de água no mundo e se destaca por ser o principal responsável pela deterioração da água. E esse consumo está crescendo particularmente nos países em desenvolvimento em virtude do baixo custo do recurso decorrente da abundância relativa, a falta de políticas governamentais visando o uso racional da água, já que existem recursos tecnológicos e operacionais para racionalizar este consumo.

Silva (2004) ainda reforça que a situação da indústria brasileira em relação ao uso da água é bastante diversificada. De maneira geral pode-se dizer que a atitude das empresas que atuam no Brasil é compatível com o grau de desenvolvimento industrial, social e econômico do país. É possível identificar esforços na busca de melhoria do gerenciamento do uso de recursos hídricos tanto setoriais quanto de empresas isoladas.

⁴ Eutrofização é o processo pelo qual o suprimento de nitrogênio e fósforo de um sistema aquático, continental, estuário ou água costeira é aumentado a partir de fontes pontuais e não pontuais.

⁵ Refere-se aos parâmetros físico-químicos de cor e turbidez da água.

⁶ Aquíicultura, que também pode ser denominada aquacultura refere-se ao cultivo comercial de organismos aquáticos, plantas ou animais.

Na Região Sudeste o consumo de água pelas empresas é elevado, devido à alta concentração industrial. As Regiões Centro-Oeste e Norte são as que consomem menos água (1,18 km³/ano) e (0,52 km³/ano), respectivamente, considerando todos os usos. Na Região Nordeste, embora com participação percentual da população seja duas vezes superior ao da Região Sul, consome menos água que esta. Tal fato deixa claro que o nível de desenvolvimento socioeconômico, a disponibilidade e o acesso à água, além dos costumes regionais, influenciam no consumo (Borghetti, 2002). A Região Sul é a que é a que destina maior volume de água à agricultura, ao passo que a região Sudeste destina maior volume à indústria, o que reflete em algum grau, a especialização setorial de cada região (TABELA 4).

A demanda de água para uso na agricultura ocorre em virtude da irrigação de lavouras, cujas técnicas se modernizam continuamente.

Vale ressaltar também que o Brasil, principalmente em função de sua vantagem comparativa nesse recurso, sempre privilegiou o uso da água para a produção de energia em detrimento de outras fontes alternativas.

TABELA 4
USO DA ÁGUA POR REGIÕES SEGUNDO OS SETORES DE ATIVIDADE – 1987

Regiões	Agricultura (km ³ /ano)	Indústria (km ³ /ano)	Doméstico (km ³ /ano)	Total (km ³ /ano)
Sudeste	4,29	5,56	5,17	15,02
Sul	7,25	1,45	1,74	10,44
Nordeste	3,91	0,55	2,06	6,52
Centro-Oeste	0,45	0,14	0,59	1,18
Norte	0,06	0,1	0,36	0,52
Brasil	15,96	7,8	9,92	33,68

FONTE: BARTH (1987), CITADO POR LANNA (2001)

No Código das Águas, de 1934, o governo chamava a atenção para a necessidade do aproveitamento industrial da água e para implementação de medidas que possibilitassem o seu potencial para geração de hidroeletricidade.

O uso múltiplo das águas das bacias hidrográficas – para a navegação, a irrigação, a pesca e o abastecimento, além da geração de energia – desencadearam conflitos nas regiões onde as pressões sobre a demanda são grandes.

Em 1997, frente a esses problemas, foi decretada a Lei das Águas que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SNGRH.

De acordo com a TABELA 5, a região Sudeste ocupa a segunda posição em área irrigada e a primeira posição em vazão demandada. Com isso, serão necessárias implementação de políticas públicas e privadas para gerenciamento de planejamento e desenvolvimento de novas tecnologias de irrigação que permitirão uma redução de 30% a 70% de consumo de água (TUNDISI, 2003).

TABELA 5
ESTIMATIVAS DE ÁREAS IRRIGADAS E DE DEMANDAS PARA IRRIGAÇÃO EM 2010

Região	Área irrigada (1.000ha)	Demanda (L / s ha)	Vazão demandada (m ³ / s)	Demanda total (%)
Sul	1.150	0,226	259,90	28,00
Sudeste	900	0,297	267,30	28,80
Nordeste	450	0,472	212,40	22,88
Centro-Oeste	400	0,380	152,00	16,37
Norte	100	0,367	36,70	3,95
Total	3.000		928,30	100,00

FONTE: CRISTOFIDIS (1999)

2.2 POLUIÇÃO DAS ÁGUAS E SAÚDE HUMANA

A poluição da água é consequência principalmente da utilização e manejo inadequados e afeta diretamente a saúde do homem. Como existem múltiplos usos da água, múltiplas também são as fontes de poluição: natural, poluição causada por esgotos domésticos, poluição causada por efluentes industriais, poluição causada pela drenagem de áreas agrícolas e urbanas.

Essas diferentes fontes de poluição possuem características próprias em relação aos seus poluentes. Por exemplo, os esgotos domésticos apresentam compostos orgânicos biodegradáveis, nutrientes e bactérias. As indústrias, de acordo com os tipos de matérias-primas e processos industriais diferenciados, podem lançar nos corpos d'água dejetos químicos agressivos.

Conforme salienta Basso e Guazelli (2004), a poluição natural ocorre com o arraste, pelas águas das chuvas, de partículas orgânicas e inorgânicas do solo, de resíduos de animais silvestres e de folhas e galhos de árvore e vegetação, bem como pelas características do solo por onde percolam as águas subterrâneas que abastecem o corpo d'água superficial.

A poluição natural não altera significativamente as características físicas, químicas e biológicas em atendimento aos padrões de qualidade, sendo necessários apenas processos de desinfecção e filtração para o consumo imediato.

Os esgotos domésticos tratados ou não lançados nos corpos d'águas alteram significativamente as características físicas, químicas e biológicas da água. Além da fração residencial existem esgotos domésticos provenientes de postos de combustíveis, lavanderias, açougues, padarias, supermercados, laboratórios, farmácias, oficinas mecânicas, lava-rápidos, restaurantes e lanchonetes, hospitais e pronto-socorros, consultórios médicos e dentários. Esse tipo de esgoto agride ao meio ambiente por meio de matéria orgânica, microrganismos patogênicos e concentrações de fósforo e nitrogênio.

As características físico-químicas e biológicas das águas são bastante alteradas em consequência do lançamento de efluentes líquidos tratados ou não. Bassoi (2006) relata efeitos sobre o abastecimento público como contaminação microbiológica. Os esgotos domésticos contêm microrganismos patogênicos (bactérias, vírus e protozoários), que causam doenças de veiculação hídrica como gastroenterite, febre tifóide, hepatite e cólera. O lançamento de esgotos domésticos também pode proporcionar um crescimento excessivo de algas em reservatórios. As algas liberam toxinas provocando gosto e odor para as águas de abastecimento em função da adição de cloro, formando-se os organoclorados carcinogênicos.

Na TABELA 6, verifica-se que de acordo com os dados apresentados apenas 48,48% dos domicílios particulares permanentes no Brasil possuíam rede coletora de esgoto em 2006, sendo que entre 2001 e 2006 o aumento da participação foi de apenas três pontos percentuais. A situação é mais grave na Região Norte, onde se verifica a retração do percentual de domicílios com rede coletora de esgotos. Na Região Nordeste, verificou-se o aumento de seis pontos percentuais, sendo a evolução mais significativa no período, vis-a-vis as demais Regiões e o Brasil. No Estado do Rio de Janeiro, este aumento foi de aproximadamente cinco pontos percentuais, variação superior ao valor apresentado na Região Sudeste (3,33 pontos percentuais)

TABELA 6
PARTICIPAÇÃO DOS DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES COM REDES COLETORAS DE ESGOTOS
NO TOTAL DE DOMICÍLIOS, POR ANO EM ESTRATOS GEOGRÁFICOS SELECIONADOS

Estratos geográficos	Ano					
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Brasil	45,41	46,46	47,97	48,02	48,24	48,48
Norte	5,79	4,07	4,45	3,99	3,96	4,92
Nordeste	22,01	24,26	25,76	27,54	26,96	28,01
Sudeste	73,45	73,50	75,71	77,37	77,39	76,78
Sul	22,85	25,36	25,53	24,09	25,91	26,26
Centro-Oeste	30,79	31,68	33,29	32,41	33,23	33,93
Rio de Janeiro	56,26	49,81	57,23	59,57	58,44	61,71

FONTE: PNAD/IBGE, 2001 A 2006.

Os efluentes gerados pelas indústrias apresentam características qualitativas e quantitativas muito variadas. Existem efluentes industriais com elevadas concentrações de matéria orgânica, sólidos em suspensão, metais pesados, compostos tóxicos, microrganismos patogênicos e substâncias teratogênicas⁷, mutagênicas e cancerígenas (BASSOI E GUAZELLI, 2006).

Os efeitos do deflúvio superficial agrícola dependem muito das práticas agrícolas utilizadas em cada região e da época do ano em que se realizam a preparação do terreno para o plantio, a aplicação de agroquímicos e a colheita.

As atividades industriais e agropecuárias podem acarretar lançamentos imprevistos de poluentes nas águas localizadas a montante de uma captação para abastecimento público que as unidades da Estação de Tratamento de Água - ETA não têm capacidade de remover. Podem-se citar como exemplo desses poluentes os corantes, os agroquímicos, os metais pesados e outras substâncias que podem prejudicar a qualidade da água tratada e pôr em risco a saúde da população abastecida.

Os metais pesados causam fortes impactos na estabilidade de ecossistemas e provocam efeitos adversos nos seres humanos. Alguns desses metais são capazes de provocar efeitos tóxicos agudos e câncer em mamíferos devido a danos que causam no DNA⁸ (MORAES & JORDÃO, 2002).

No caso do deflúvio superficial urbano, a deficiência da limpeza pública leva para os cursos de água superficiais materiais acumulados em valas, em bueiros, etc. em períodos

⁷ Substâncias teratogênicas são substâncias que provocam defeitos físicos no feto humano.

⁸ DNA – Ácido Desoxirribonucléico, macromolécula responsável pela hereditariedade das células.

chuvosos. O grau de poluição efetuado por este fenômeno será tão intenso e agressivo quanto o tipo de lixo que será carregado para o leito dos rios.

Observa-se na TABELA 7 que entre 2001 e 2006, o percentual dos domicílios que não tinham seu lixo coletado, diminuiu, no Brasil de 16,79% para 13,37%. Entretanto, o problema da drenagem urbana não é somente proveniente da deficiência da coleta do lixo produzido pelos domicílios. Grande parte desse problema é provavelmente proveniente da deficiência dos serviços de limpeza urbana, outro fator a se destacar é a educação da população, que em grande medida destina suas embalagens, quando em trânsito, nas ruas, bueiros e valões. No Estado do Rio de Janeiro o lixo praticamente é todo coletado por meio de coleta direta e indireta. Em 2006, menos de 2% dos domicílios davam outra destinação ao lixo.

TABELA 7
DISTRIBUIÇÃO DOS DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES SEGUNDO O DESTINO DO LIXO, POR PERÍODO, BRASIL E RIO DE JANEIRO

Áreas	Destino do lixo	Ano					
		2001	2002	2003	2004	2005	2006
Brasil	Coletado diretamente	75,55	76,50	78,16	77,18	78,77	79,61
	Coletado indiretamente	7,65	8,33	7,49	7,63	6,99	7,02
	Outro destino	16,79	15,16	14,35	15,19	14,24	13,37
	Sem declaração	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
	TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Rio de Janeiro	Coletado diretamente	83,39	85,38	87,69	88,42	88,02	90,00
	Coletado indiretamente	12,16	11,35	9,68	8,80	9,44	8,19
	Outro destino	4,43	3,27	2,63	2,78	2,55	1,81
	Sem declaração	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

FONTE: PNAD/IBGE, 2001 A 2006.

2.3 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

“[...] o valor da água cria condições que assegurarão a água potável como um direito humano.” (Mora, 2004). Conforme Tundisi (2003), o valor econômico da água é altamente relevante e reconhecido pelos economistas e pelos gestores e administradores. O princípio poluidor-pagador é um instrumento econômico de controle e gestão dos recursos ambientais e hídricos.

Braga ⁹(2006) afirma que desde 19 de julho de 1934, com a publicação do chamado “Código das Águas” (Decreto nº. 24.643), a cobrança pelo uso da água é prevista, inclusive apenando sua poluição ou contaminação.

Com a instituição dos princípios constitucionais ambientais poluidor-pagador e do usuário-pagador estabeleceu-se que devem ser imputados os custos necessários ao combate à poluição, custos esses determinados pelo poder público para manter o meio ambiente em estado aceitável, bem como promover a sua melhoria.

O princípio do usuário-pagador estabelece que os recursos naturais devam estar sujeitos à aplicação dos instrumentos econômicos para o seu uso e aproveitamento se reverta em benefício da coletividade, atribuindo valor econômico ao bem livre. A apropriação desse recurso por parte de um ou de vários entes privados ou públicos deve favorecer à coletividade o direito a uma compensação financeira.

Assim, a cobrança pelo uso ou poluição dos recursos hídricos constitui instrumento de gestão a ser implantado para induzir o seu usuário ou poluidor a uma racionalização no uso do recurso, mantendo um equilíbrio entre as disponibilidades e demandas bem como a proteção ao meio ambiente.

O reconhecimento da importância dos recursos ambientais brasileiros remonta ao período do descobrimento, quando em carta datada de 1º de maio de 1500, enviado ao Rei de Portugal, Pero Vaz de Caminha relatou as belezas naturais e o patrimônio existentes no país.

Desde os tempos de colônia, registram-se problemas com a poluição das águas. No século XVII, por exemplo, criou-se uma Lei que proibia os donos de porcos de sujarem os rios. (SEMADS, 2001)

A primeira versão do Código de Águas no Brasil data de 1907, quando foi apresentada ao governo federal e remetida em seguida à Câmara Federal, onde foi aprovada em segunda discussão e teve sua tramitação interrompida até 1934 (www.perfuradores.com.br acessado em 12 de dezembro de 2006).

Foi em julho de 1934 que o Código de Águas brasileiro foi aprovado por meio do Decreto 24.643 em 10 de julho de 1934, que foi criado com a finalidade de estabelecer o regime jurídico das águas no Brasil e dispôs sobre o aproveitamento do potencial hídrico, fixando as respectivas limitações administrativas de interesse público.

⁹ BRAGA, Edson Tavares é advogado especialista em direito ambiental.

Segundo o código aprovado em 1934, as águas brasileiras são definidas como águas públicas, que podem ser de uso comum ou dominical. (www.cestesb.sp.gov.br/aguas/rios acessado em 05 de dezembro de 2006)

Até a década de 50, as normas existentes no Brasil limitavam-se aos aspectos relacionados com o saneamento, a conservação e a preservação do patrimônio natural, histórico e artístico, e à solução de problemas provocados por secas e enchentes¹⁰. Para resolver o problema da escassez, ou da seca especificamente, foi criado o Departamento Nacional de Obras Contra a Seca - DNOCS¹¹.

Na década de 60, o governo brasileiro compromete-se com a conservação e a preservação do meio ambiente por meio de sua participação em convenções e reuniões internacionais.

A década de 70 foi marcada pelo agravamento dos problemas ambientais, em virtude, principalmente da política desenvolvimentista da época, com ênfase no crescimento a qualquer custo.

Em 1971, foi realizado em Brasília, o I Simpósio sobre poluição ambiental com objetivo de colher subsídios para um estudo global do problema da Poluição Ambiental no Brasil. Na década de 70 foi criada a Secretaria Especial do Meio Ambiente, pelo Decreto nº. 73.030 de 30/10/1973, que se propôs a discutir junto à opinião pública a questão ambiental. Dois objetivos primordiais marcavam a política da Secretaria Especial do Meio Ambiente SEMA: estar atenta à poluição, principalmente à de caráter industrial e proteger a natureza.

Para Ferreira (1998), o ponto de partida para os posicionamentos do governo brasileiro diante da questão ambiental foi a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente de Estocolmo em 1972. A Conferência de Estocolmo teve como objetivo preservar e controlar os recursos naturais – a água, a terra, o ar, a fauna e a flora – por meio do planejamento e da gestão adequados. Nessa Conferência foi elaborado o primeiro documento internacional sobre o Meio Ambiente.

De acordo com Barbieri (1997), o Brasil nessa Conferência defendeu o desenvolvimento a qualquer custo e não reconheceu a gravidade dos problemas ambientais. O autor avalia ainda que o governo brasileiro no ano de 1972 empenhava-se na sustentação de

¹⁰ NOTA: Declaração Universal de Direitos Humanos, 1948 – “Direito de todos a um nível de vida saudável e ao bem-estar”.

¹¹ DNOCS – Antiga instituição federal com atuação no Nordeste. Criado sob o nome de inspetoria de obras contra as secas – IOCS, através do decreto 7.619 de 21 de outubro de 1909 editado pelo então presidente Nilo Peçanha (www.cetesb.sp.gov.br/aguas/rios acessado em 05 de dezembro de 2006).

uma política desenvolvimentista através da industrialização substitutiva de insumos industriais e da expansão das fronteiras agrícolas e dos distritos minerais em áreas de ecossistemas frágeis.

Ferreira (1998) reforça a temática afirmando que “o princípio da soberania nacional, o direito de uma nação explorar seus recursos de acordo com suas próprias prioridades foi obsessivamente declarado pelo Brasil”. Para esse autor a posição brasileira sobre as questões ambientais na década de 70, foi produto da aliança da tecnoburocracia militar. Os problemas ambientais deveriam estar de acordo com os preceitos de soberania e segurança nacional, tendo como emblema a compartimentalização do gerenciamento ambiental através da perícia burocrática.

Por outro lado, Barbieri (1997) ressalta também que os planos de desenvolvimento elaborados pelos sucessivos governos do Brasil da década de 70, não contemplavam nenhuma preocupação com o meio ambiente, ou seja, desenvolvimento com baixo custo ecológico. Contudo havia no âmbito da legislação federal, o Decreto nº. 76.389, de 03 de outubro de 1975-79 que dispunha sobre as medidas de prevenção e controle da poluição industrial que trata o decreto-Lei nº. 1.413, de 14 de agosto de 1975. Este decreto caracterizou como áreas críticas no âmbito do II Plano Nacional de Desenvolvimento – II PND¹², no âmbito do Estado do Rio de Janeiro: a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, a Região de Volta Redonda e a Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul.

A Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente – FEEMA, nasceu no ano de 1975 através do Decreto-Lei nº. 39 de 24 de março de 1975, num contexto que teve como fatos precursores, o Relatório do Clube de Roma e a Conferência da ONU sobre o Desenvolvimento e o Meio Ambiente.

O Decreto-Lei nº. 134 estadual, de 16 de junho de 1975 normatizou através da criação da FEEMA a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente no estado do Rio de Janeiro. Neste decreto definiram-se: a poluição do meio ambiente, a política estadual de controle ambiental, as competências dos órgãos como CECA e FEEMA na prevenção e controle da poluição e as penalidades como multas e interdição de atividades poluidoras.

Em 1977, a Organização das Nações Unidas para a educação, a ciência e a cultura - UNESCO – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA promoveu a

¹² O II PND (Plano Nacional de Desenvolvimento) foi aprovado para o período 1975-79, após a Conferência de Estocolmo.

Conferência Internacional sobre Educação Ambiental que influenciou a adoção dessa disciplina nas universidades brasileiras.

O governo federal, por intermédio da Secretaria de Meio Ambiente - SEMA, instituiu em 1981 a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº. 6.938), pela qual foi criado o Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA e instituído o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental.

Por esse cadastro foram definidos os instrumentos para a implementação da política nacional, dentre os quais o Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente - SINIMA. Foi criado também o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA que tem poderes regulamentadores e estabelece padrões do Meio Ambiente.

A SEMA propôs o que seria de fato a primeira Lei ambiental no país, destinada à proteção da natureza, a Lei nº. 6.938 de 1981 – ano-chave em relação ao Meio Ambiente brasileiro.

Segundo Pio (p. 229, 2000), a Declaração de Mar Del Plata, Argentina, 1977 foi a primeira Conferência das Nações Unidas específica sobre água. Esta Conferência abordou a necessidade do uso eficiente da água, ressaltou o seu múltiplo aproveitamento, englobando os seus principais usos, como o abastecimento público e a disposição dos efluentes líquidos, os usos para fins agrícolas e o uso racional da irrigação, o uso industrial, a geração de energia e a navegação.

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 foi um passo decisivo para a formulação da política ambiental brasileira. De acordo com Art. 23. VI e Art. 24, a conservação de ecossistemas de água interiores é atribuição de competência comum da União, dos Estados e dos Municípios. A aplicação da lei em todo território nacional é atribuição do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente - IBAMA e da Agência Nacional de Águas – ANA, criada pela Lei 9.984 de 17 de julho de 2000, autarquia com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente.

O IBAMA foi criado pela Lei nº. 7.735 de 22 de fevereiro de 1989 e em 1990 foi criada a Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República – SEMAM (www.ibama.gov.br/institucional/historico acessado em 05/12/06).

No período de 3 a 14/06/92 foi realizada na cidade do Rio de Janeiro a Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento conhecida como Rio 92 ou ECO 92, com a participação de 170 nações.

Os principais objetivos gerais da ECO 92 foram: identificar estratégias regionais e globais para ações referentes às principais questões ambientais, examinar a situação ambiental do mundo e as mudanças ocorridas depois da Conferência de Estocolmo, examinar estratégias de promoção de desenvolvimento sustentado e de eliminação da pobreza nos países em desenvolvimento (www.ibama.gov.br/institucional/historia acessado em 05/12/06).

O capítulo 18 da Agenda 21 desenvolveu o tema “Proteção da Qualidade e do Abastecimento dos Recursos Hídricos: aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos” enfocando as principais diretrizes.

A água doce é um componente essencial da hidrosfera da Terra e parte indispensável de todos os ecossistemas terrestres; a mudança climática global e a poluição atmosférica causa impacto sobre os recursos de água doce e sua disponibilidade, elevação do nível do mar ameaçando áreas costeiras de baixa altitude e ecossistemas de pequenas ilhas; oferta adequada de água de boa qualidade para toda a população do planeta através da preservação das funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, adaptação das atividades humanas aos limites da capacidade da natureza e combate aos vetores de moléstias relacionadas com a água; as tecnologias inovadoras com intuito de proteção da poluição dos recursos hídricos através do aperfeiçoamento de tecnologias nativas; planejamento e manejo integrado dos recursos hídricos; reconhecimento do caráter multissetorial do desenvolvimento dos recursos hídricos no contexto do desenvolvimento socioeconômico, bem como os interesses múltiplos na utilização desses recursos para o abastecimento de água potável e saneamento, agricultura, indústria, desenvolvimento urbano, geração de energia hidrelétrica, pescadores de águas interiores, transporte, recreação, manejo de terras baixas e planícies e outras atividades através de planos racionais de utilização da água para tomada de medidas concomitantes de conservação e minimização do desperdício; cooperação entre os Estados com relação aos Recursos Hídricos Transfronteiriços.

Como resultado dessa Conferência foi elaborado e aprovado o documento Agenda 21 que, apresentava os principais tópicos abordados e o registro dos compromissos assumidos pelas nações para alcançar a meta comum de preservação e do uso sustentável dos recursos hídricos.

Em 8 de janeiro de 1997, o presidente Fernando Henrique Cardoso sancionou a Lei 9.433 que definiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se em seis princípios:

- a água é um bem público;
- a água é um recurso finito e tem valor econômico;
- quando escassa, o abastecimento humano é prioritário;
- o gerenciamento deve contemplar usos múltiplos;
- o manancial representa a unidade territorial para fins gerenciais;
- o gerenciamento hídrico deve-se basear em abordagem participativas que envolvam o governo, os usuários e cidadãos.

Os objetivos do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, estabelecido pela Lei 9.433/97 são (i) coordenar a gestão integrada das águas; (ii) arbitrar administrativamente os conflitos ligados ao uso da água; (iii) implementar a Política Nacional dos Recursos Hídricos; (iv) planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos; (v) promover a cobrança pelo uso da água.

São partes integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos: o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, a Agência Nacional das Águas - ANA, os Conselhos de Recursos Hídricos dos estados e do Distrito Federal, os comitês de bacia hidrográfica, os órgãos de governo cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos e as agências de água.

Kelman (2000, p. 93) acentua que, no Brasil embora haja regiões de abundância e de escassez de água, a Lei nº. 9.433/97 baseia-se na doutrina do Direito Ribeirinho¹³. Entretanto, a Lei generaliza o direito de acesso à água a todos os cidadãos, e não apenas aos proprietários ribeirinhos, ampliando o conceito de “bem comum” para “bem público”.

Como “bem público” não é o mesmo que “bem de livre acesso”, na opinião de Kelman, “cabe ao estado regular o uso privado de bem público, como é o caso dos rios, para garantir a sustentabilidade de utilização para gerações futuras e para garantir a preservação do Meio Ambiente”.

Kelman (2000) ressalta também que, segundo a Constituição de 1988, os rios podem ser de domínio da União ou dos Estados. Seria razoável que a constituição atribuísse o domínio de um determinado rio a um Estado apenas quando os usos e usuários deste rio, todos localizados naquele Estado, não afetassem quaisquer usos e usuários localizados em outros estados.

¹³ Direito Ribeirinho – Doutrina formalizada no Código Justiniano, publicado no ano de 534. Estabelecia que a água corrente não poderia ser apropriada privadamente, assim como o ar, os mares e a vida selvagem.

No artigo 4º da Lei das Águas diz que “a união articula-se-á com os estados tendo em vista o gerenciamento dos Recursos Hídricos de interesse comum”.

A Lei 9.433/97 estabeleceu um novo paradigma, o da gestão integrada, descentralização e participação dos recursos hídricos em todos os níveis territoriais da administração nacional.

De acordo com Azevedo (2000), compete à ANA promover o desenvolvimento do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e definir a competência para aplicação da cobrança pelo uso da água em corpos hídricos de domínio da União.

Baltar (2000) ainda reforça que “a cobrança pelo uso da água só deverá ser implantada de forma integrada nos rios principais e seus afluentes, para que o gerenciamento dos Recursos Hídricos seja efetivo no âmbito da Bacia Hidrográfica”.

Freitas (2000) assevera que a experiência internacional demonstra a importância da cobrança pelo uso da água como instrumento para assegurar a sustentabilidade dos sistemas de Recursos Hídricos por meio da operação e manutenção adequadas e, também promover a alocação eficiente deste precioso recurso, sobretudo em regiões que sua escassez relativa lhe confere um significativo e crescente valor econômico.

Macris (2000) acentua que, a cobrança pelo uso da água está prevista na Legislação brasileira desde a década de 30, no código de águas, até o momento só se paga pelo tratamento para abastecimento e coleta de esgoto, não se cobrando a água como insumo econômico. O autor ainda reforça que tal cobrança já está incorporada à tradição de vários países, em especial, no tocante ao emprego dos corpos de água para transporte e diluição dos despejos. Por isso, tem sido mais fácil a aceitação do denominado princípio poluidor-pagador do que o do usuário-pagador.

A aplicação do princípio poluidor-pagador, no âmbito dos países desenvolvidos, constou do *Guiding Principles Concerning the International Economic Aspects of Environmental Policies*, aprovado pelo conselho da Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento - OCED, em 26 de maio de 1972, e por ela adotado a partir de 14 de novembro de 1979.

Em caráter regional, o princípio poluidor-pagador foi aprovado pela comunidade econômica europeia – CEE, em 14 de novembro de 1973, e recomendado aos países membros. O programa de ação para adotá-lo foi aprovado em 22 de novembro de 1973.

Na França, o critério para cobrança é o de metros cúbicos, para água de abastecimento e de quantidade de substâncias contaminantes nos despejos.

No Equador, a Lei de águas de 1971 prevê uma taxa anual calculada sobre os metros cúbicos, para todos os concedidos, exceto para os fins culinários.

No direito brasileiro, a Constituição Federal de 1988 assegura nos termos da Lei, aos Estados, ao distrito Federal e aos municípios, bem como a órgãos da administração direta da união, participação no resultado da exploração dos Recursos Hídricos, para fins de geração de energia elétrica nos respectivos territórios, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva.

O tratado de Itaipu celebrado em Brasília, em 26 de abril de 1973, entre o Brasil e o Paraguai, previu que a Hidrelétrica de Itaipu pagaria outras altas partes contratantes em montantes iguais, “royalties”, em razão da utilização do potencial hídrico.

Os estudos sobre a cobrança pelo uso dos recursos para as bacias dos rios Paraíba do Sul e Doce realizados pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE) em 1997 tinham dois objetivos principais. O primeiro foi estabelecer o real valor desse recurso natural para o usuário; e o segundo foi promover a racionalização de sua utilização entre os usuários múltiplos. A metodologia utilizada baseou-se no custo médio, mediante o rateio dos custos de investimentos. O estudo é fundamentado nos princípios do usuário-pagador e poluidor-pagador e os gastos com o plano de investimento foram rateados entre os usuários múltiplos de maneira a igualarem-se os fluxos de receitas e custos futuros. (GARRIDO, 2000).

Garrido (2000) argumenta que os preços a pagar, calculados pela FIPE, são os constantes na TABELA 8. Conforme se percebe, os efluentes descartados foram separados em matérias oxidáveis e em sólidos em suspensão. O processo de cálculo, baseado no custo de oportunidade do controle de descartes, fez o cotejo entre este custo que poderia ser internalizado pelo agente poluente (usuário da água) e o custo que o mesmo incorreria com o processo de tratamento das águas do manancial se descartasse seus rejeitos sem o devido tratamento.

“A Bacia Hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”. (Lei nº. 9.433, de 08 de janeiro de 1997, cap. I, art. 1º - IV)

Christofolletti (1980) p.102 apud Lamônica 2002, p.24 refere-se à bacia hidrográfica como sendo “uma área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial, ou

geomorfologicamente pó [...] um sistema aberto que recebe suprimento contínuo de energia através do clima reinante, e que sistematicamente, perde através da água e dos sedimentos que a deixam”

A bacia hidrográfica é uma unidade física com fronteiras delimitadas, podendo estender-se por várias escalas espaciais, desde pequenas bacias de 100 a 200 Km² até grandes bacias hidrográficas como a bacia do Prata (3.000.000 Km²). (TUNDISI & MATSUMURA TUNDISI, 1995).

A bacia hidrográfica pode também ser caracterizada como uma [...] área de captação da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, o exutório¹⁴. Ela compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d’água que confluem até resultar um leito único no exutório. (TUCCI, 1997, P.40, apud, LAMÔNICA, 2002, p. 24)

Os comitês de bacias hidrográficas foram criados com intuito de gerenciar a água das bacias de forma descentralizada e integrada. Antes dessa instância, as informações sobre as bacias hidrográficas estavam dispersas em órgãos governamentais da federação, o que dificultava a construção e a implementação de políticas públicas e efetivas do gerenciamento dos recursos hídricos das bacias hidrográficas brasileiras.

Os comitês são compostos por representantes do poder público federal, estadual e municipal, representantes da sociedade civil e representantes dos usuários que têm por objetivo primordial discutir ativamente políticas sustentáveis de gerenciamento do uso dos recursos hídricos.

O Comitê de Integração da Bacia do Rio Paraíba do Sul – CEIVAP foi criado por intermédio do Decreto 1.842 de 22/03/1996 com a finalidade precípua de promover a gestão dos recursos hídricos, visando ao desenvolvimento sustentado desta bacia. Tem como atribuições principais: propor aos órgãos componentes diretrizes para outorga, cobrança pelo uso, licenciamento ambiental e aproveitamento dos recursos hídricos e também estabelecer níveis de qualidade e de disponibilidade dos recursos hídricos que visem à sua utilização em forma sustentada.

O CEIVAP desempenha importante papel de articulação, de modo a garantir projetos, programas e planos de ação que possam ser aplicados em benefício de toda a bacia do Paraíba

¹⁴ Agente que promove eliminação.

do Sul. O Rio Paraíba do Sul que atravessa os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro.

O comitê é composto por 34 membros, sendo três representantes dos ministérios do Meio Ambiente, do Planejamento e Orçamento. Cada estado componente da Bacia contribui de forma eqüitativa com 12 membros.

A elaboração de programas de investimentos, a consolidação de políticas de estruturação urbana e regional e a viabilização técnica–econômico–financeira dos projetos de recuperação ambiental dessa Bacia serão pontos importantes para garantir sustentabilidade geopolítica e econômica e alcançar os fins propostos pelo CEIVAP para gerir o Rio Paraíba do Sul.

De acordo com a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável –SEMADS (2001), o Estado do Rio de Janeiro encontra-se dividido em sete Macrorregiões Ambientais – MRAs. Segundo o Decreto Estadual 26.058, de 4 de março de 2000, as MRAs constituem em unidades de planejamento e intervenção da gestão ambiental consideradas basicamente as grandes Bacias Hidrográficas existentes.

As sete Macrorregiões Ambientais – MRAs em que o Estado está dividido compreendem uma parte terrestre, com uma ou mais Bacias Hidrográficas, e uma parte marinha, ou zona costeira, incluindo baías, praias, ilhas, costões rochosos, manguezais, restingas e uma faixa de mar aberto.

Para a divisão do Estado em sete MRAs foram considerados critérios técnico–ambientais, administrativos e políticos, fundamentados no consenso mundial de que a Bacia Hidrográfica é a melhor unidade territorial para se promover a gestão do Meio Ambiente.

Assim, todos os recursos ambientais continentais – água, solo, solos, ar, biodiversidade, dentre outros – serão administrados, tendo a Bacia Hidrográfica, como unidade básica de gerenciamento, a partir de uma visão integrada e sistêmica.

A instituição das Macrorregiões Ambientais – MRAs, proporciona ainda a atuação unificada dos órgãos vinculados – Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente (FEEMA), Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA) e Fundação Instituto Estadual de Floresta (IEF), e descentraliza a administração reduzindo os custos operacionais.

A Bacia do Rio Paraíba do Sul em território fluminense – setor terrestre e setor costeiro - faz parte da MRA-6, com 53 municípios, conforme se vê no QUADRO 1.

QUADRO 1

MACRO REGIÃO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL EM TERRITÓRIO FLUMINENSE

MRA-6/1 Total de municípios: 19	Itatiaia, Resende, Porto Real, Quatis, Barra Mansa, Volta Redonda, Pinheiral, Barra do Piraí, Mendes, Paty do Alferes, Valença, Rio das Flores, Paraíba do Sul e Comendador Levy Gasparian; (parcialmente incluídos): Vassouras (IU), Piraí (IU), Rio Claro (IU), Miguel Pereira (PU) e Engenheiro Paulo de Frontin (FU).
MRA-6/2 Total de municípios: 17	Três Rios, Areal, Sapucaia, São José do Vale do Rio Preto, Teresópolis, Carmo, Sumidouro, Duas Barras, Bom Jardim, São Sebastião do Alto, Cantagalo, Cordeiro e Macuco; (parcialmente incluídos): Petrópolis (PU), Nova Friburgo (IU), Santa Maria Madalena (IU) e Trajano de Moraes (FU).
MRA-6/3 Total de municípios: 17	Aperibé, Cambuci, Cardoso Moreira, Italva, Itaocara, Itaperuna, Laje do Muriaé, Miracema, Natividade, Santo Antônio de Pádua, São Fidélis e São José do Ubá; (parcialmente incluídos): Campos dos Goytacazes (IU), Porciúncula (IU), São João da Barra (IU), Varre-Sai (IU) e São Francisco do Itabapoana (IU).
	Total geral de municípios: 53

NOTA: IU – MUNICÍPIO CUJA ÁREA URBANA DA SEDE ESTÁ INTEGRALMENTE INSERIDA NA MACRORREGIÃO; PU – MUNICÍPIO CUJA ÁREA URBANA DA SEDE ESTÁ PARCIALMENTE INSERIDA NA MACRORREGIÃO; FU – MUNICÍPIO CUJA ÁREA URBANA DA SEDE ESTÁ SITUADA FORA DA MACRORREGIÃO.

FONTE: SEMADS (2001)

Em termos político-administrativos esta divisão do território tem por finalidade interiorizar as ações da SEMADS aproximando-a das prefeituras, das empresas e da sociedade civil no Estado como um todo.

Segundo estudos técnicos elaborados pela SEMADS, vantagens serão conseguidas com a divisão do território fluminense em Macrorregiões e por conseqüência a instalação de agências de SEMADS em cada uma das Macrorregiões.

Com essa nova estrutura administrativa será dado um passo importante para o planejamento político gerenciador dos comitês de Bacias Hidrográficas Fluminenses.

3 RECORTE GEOGRÁFICO E METODOLOGIA

Este capítulo apresenta de forma sintética o recorte geográfico que este estudo abrange, bem como a metodologia utilizada para estimar os indicadores de sustentabilidade ambiental deste trabalho.

3.1 CONSTRUÇÃO DO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL LOCAL

O indicador de sustentabilidade ambiental, objeto deste trabalho, será construído para os municípios de Itaocara, Cambuci, São Fidelis, Campos e São João da Barra. Esses municípios fazem parte do final da Bacia do Paraíba do Sul e foram selecionados por pertencerem a uma região subdesenvolvida do Estado do Rio de Janeiro (Região Norte Fluminense) e que usufruem das águas desta bacia para usos doméstico e agropastoril. Para a construção do índice de sustentabilidade municipal, a bacia do Rio Paraíba do Sul funcionará como parâmetro principal de espacialização, integração e compatibilização dos indicadores elaborados.

A construção do índice de sustentabilidade ambiental municipal local foi aplicado por Braga (2003) e será adotado neste trabalho com algumas modificações em função da restrição de dados disponíveis. Tal como foi aplicado por Braga o indicador compõe-se de quatro dimensões temáticas, doze indicadores e trinta e cinco variáveis conforme se apresenta no QUADRO 2.

QUADRO 2 – SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL MUNICIPAL

ÍNDICES TEMÁTICOS	INDICADORES	VARIÁVEIS
Índice de Qualidade do Sistema Ambiental - IQSA	Qualidade de Água	Índice de Qualidade da Água período chuva (Barbosa, 1997)
		Índice de Qualidade da Água período seca (Barbosa, 1997)
Índice de Qualidade de Vida - IQV	Qualidade de Habitação	Percentual de Habitações Sub-Normais
		Densidade Habitacional por Cômodo
	Conforto Ambiental	Área verde (m ² por habitante)
		Ocorrências de perturbações ruidosas por população total
	Condições de Vida	Variável Saúde/Longevidade – ICV(FJP, 1996)
		Variável Educação – ICV (FJP, 1996)
		Variável Criança – ICV (FJP, 1996)
Renda	Variável Renda – ICV (FJP, 1996)	
Índice de Redução de Pressão Antrópica - IRPA	Redução da Pressão Urbana	Mudança percentual na população projetada em 25 anos
		Índice de Serviços Sanitários Urbanos - teste 1
		Índice Sanitário Crítico (Monte-Mór et al, 1997) - teste 2
		Número de veículos por população urbana
		Percentual de domicílios em áreas de risco
	Redução da Pressão Industrial	Emissões de Poluentes Hídricos (Paula et al, 1997) por Valores Máximos de Emissão Permitidos na Legislação
		Intensidade energética
		Intensidade no uso da água
	Redução da Pressão da agropecuária e Silvicultura	% do território ocupada pela produção de carvão vegetal
		Densidade de lavouras e pastagens no município (Sawyer, 2000)
		Taxa de crescimento média de lavouras e pastagens nos 10 últimos anos (Sawyer, 2000)
		Área ocupada com matas e florestas plantadas por área ocupada com matas e florestas naturais nos estabelecimentos agrícolas
Índice de Capacidade Político-Institucional - ICPI	Autonomia Político-Administrativa	Autonomia Fiscal
		Endividamento Público
		Peso eleitoral
	Políticas Públicas Ambientais	Discurso Ambiental
		Prática da Intervenção Ambiental
		Grau de distanciamento discurso e prática
	Gestão Ambiental Industrial	Discurso Ambiental
		Prática da Intervenção Ambiental
		Grau de distanciamento discurso e prática
	Intervenção da Sociedade Civil	Organização ambientalista
		Organização sócio-política
		Participação político-eleitoral
		Peso da imprensa local

FONTE: BRAGA, 2003, P.

Neste trabalho, utilizar-se-á três dimensões temáticas, a saber: índice de qualidade do sistema ambiental - IQSA, índice de qualidade de vida - IQV e índice de redução de pressão antrópica – IRPA. A dimensão referente ao índice político institucional não será incorporada ao indicador desenvolvido por entender que alguns dos indicadores desta dimensão requerem depoimentos dos gestores que, não raro, se distanciam da prática. Além disso, a realidade político institucional dos municípios em análise é bastante desigual, sendo que cada um apresenta particularidades que não cabem no escopo deste trabalho.

O indicador redução da pressão industrial dentro da dimensão índice de redução da pressão antrópica, foi omitida devido à pouca industrialização dos municípios estudados. No caso do indicador redução da pressão da agropecuária e silvicultura, a falta de dados relevantes e concretos motivou a não utilização do mesmo, embora esta atividade seja relevante nestes municípios. Na dimensão índice de qualidade de vida foi omitido por ter se apresentado muito baixo em todos os municípios em diversas fontes, além disso, a renda monetária não é um indicador robusto, quando analisado isoladamente.

Após as adaptações metodológicas necessárias, o indicador construído contará com três dimensões temáticas, quatro indicadores e oito variáveis. Os indicadores qualidade de água (IQA), qualidade de habitação (IQH), condições de vida (ICV) e redução da pressão urbana (IRPU), com as respectivas variáveis são descritas no QUADRO 2.

QUADRO 3 – SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL MUNICIPAL

ÍNDICES TEMÁTICOS	INDICADORES	VARIÁVEIS
Índice de Qualidade do Sistema Ambiental - IQSA	Qualidade de Água	Será utilizado o resultado da aplicação protocolo de avaliação rápida de diversidade de habitats, descrito nesta seção.
Índice de Qualidade de Vida - IQV	Qualidade de Habitação	Percentual de pessoas que vivem em Habitações Sub-Normais (PNUD, 2003)
		Percentual de pessoas que vivem em domicílios com Densidade Habitacional por dormitório > 2 (PNUD, 2003)
		Percentual de pessoas que vivem em domicílios com água encanada e banheiro (PNUD, 2003)
		Percentual de pessoas que vivem em domicílios urbanos com serviços de coleta de lixo (PNUD, 2003)
		Percentual de pessoas que vivem em domicílios com energia elétrica (PNUD, 2003)
	Condições de Vida	IDHM longevidade – (PNUD, 2003)
Renda	IDHM Educação – (PNUD, 2003)	
Índice de Redução de Pressão Antrópica - IRPA	Redução da Pressão Urbana	DHM renda (PNUD, 2003)
		Mudança percentual na população projetada em 25 anos

FONTE: ADAPTADO BRAGA (2003)

O Índice de Qualidade do Sistema Ambiental medirá o grau de saúde do sistema ambiental por meio da qualidade de água bruta do Rio Paraíba do Sul nos municípios do seu trecho inferior: Itaocara, Cambuci, São Fidélis, Campos e São João da Barra.

A metodologia utilizada para a construção do índice de qualidade da água da Bacia do Rio Paraíba do Sul em seu trecho inferior foi a aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats que é uma ferramenta importante para avaliar as características da água e sedimentos, tipo de ocupação das margens, erosão e assoreamento, extensão de mata ciliar, cobertura vegetal, largura de rápidos e remansos e seu estado de conservação. De

acordo com Callisto et al (2002), este protocolo baseia-se na caracterização das condições ecológicas em trechos de bacias hidrográficas. O protocolo aplicado foi, segundo Callisto et al (2002), proposto por Hannaford et al (1997) adequado às condições dos ecossistemas lóticos brasileiros.

O protocolo avalia um conjunto de parâmetros em categorias descritas e pontuadas de 0 a 4 no QUADRO 4 e de 0 a 5 no QUADRO 5. Esta pontuação é atribuída a cada parâmetro com base na observação das condições de habitat.

Os valores atribuídos a cada parâmetro durante a aplicação do protocolo são somados e, com base no padrão referente ao total de 100 pontos tem-se o referencial de análise: 0 a 40 pontos que representam trechos impactados; 41 a 60 pontos trechos alterados e acima de 61 pontos trechos naturais (Callisto, 2002).

Os QUADROS 5 e 6 demonstram os parâmetros que são previstos pelo Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats no trecho inferior da Bacia do Rio Paraíba do Sul, tendo como fonte Callisto et al (2002).

QUADRO 4

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE DIVERSIDADE DE HABITATS EM TRECHOS DE BACIAS
HIDROGRÁFICAS, ADAPTADO DA AGÊNCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE OHIO (EUA) (EPA, 1987).

Localização:				
Data de Coleta:		Hora da Coleta:		
Tempo (situação do dia):				
Modo de coleta (coletor):				
Tipo de ambiente:		Córrego ()	Rio ()	
Largura:				
Profundidade:				
Temperatura da água:				
PARÂMETROS		PONTUAÇÃO		
		4 pontos	2 pontos	0 ponto
1	Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem/Agricultura/ Monocultura/Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ Industrial
2	Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3	Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alterações de origem industrial/urbana (fábricas, siderurgias, canalização, retilização do curso do rio)
4	Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5	Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
6	Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
7	Transparência da água	Transparente	Turva/cor de chá forte	Opaca ou colorida
8	Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
9	Oleosidade do fundo	Ausente	Moderado	Abundante
10	Tipo de fundo	Pedras/Cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado

NOTA: QUATRO PONTOS INDICAM SITUAÇÃO NATURAL; DOIS E ZERO INDICAM SITUAÇÕES LEVES OU SEVERAMENTE ALTERADAS

FONTE: CALLISTO ET AL (2002, P.)

QUADRO 5

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE DIVERSIDADE DE HABITATS EM TRECHOS DE BACIAS
HIDROGRÁFICAS, MODIFICADO DO PROTOCOLO DE HANNAFORD ET AL (1997) (CONTINUA)

PARÂMETROS		PONTUAÇÃO			
		5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
11	Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados; pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis	30 a 50% de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30% de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficientes; substrato freqüentemente modificados.	Menos que 10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvia; substrato rochoso instável para a fixação dos organismos.

12	Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com comprimento igual ao dobro da largura do rio	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes. Rápidos não tão largos quanto rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
13	Frequência de rápidos	Rápidos relativamente freqüentes; distância entre rápidos divididos pela largura do rio entre 5 e 7	Rápidos não freqüentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividido pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos ; pobreza de habitats distância entre rápidos dividido pela largura do rio maior que 25
14	Tipos de substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes)	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
15	Deposição de lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama.	Entre 25 e 50 % do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama.
16	Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo principalmente como aumento do cascalho, areia ou lama; 5 a 30 % do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos
17	Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem agente ou mínima: rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes; evidência de modificações a mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado.	Margens modificadas acima de 80% do rio modificado.
18	Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25 % do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" expostos.	Lâmina d'água escassa e presente apenas no remanso.

QUADRO 5
PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE DIVERSIDADE DE HABITATS EM TRECHOS DE BACIAS
HIDROGRÁFICAS, MODIFICADO DO PROTOCOLO DE HANNAFORD ET AL (1997) (CONCLUSÃO)

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
19 Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de deflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal"	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; deflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal".	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; deflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou fegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura "normal".	Menos de 50% da mata ciliar nativa; deflorestamento muito acentuado.
20 Estabilidade e das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão freqüentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; freqüentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 50 e 100% da margem.
21 Extensão da mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18 metros; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc)	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 metros; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 metros; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menos que 6 metros; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
22 Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídos no rio, substrato com perifiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifiton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos macrófitas (p. ex. aguapé)

Fonte: Callisto et al (2002)

NOTA: CINCO PONTOS INDICAM SITUAÇÃO NATURAL; TRÊS, DOIS E ZERO INDICAM SITUAÇÕES LEVES OU SEVERAMENTE ALTERADAS.

Para aplicação realizada, alguns parâmetros tiveram que ser omitidos devido a dificuldades de observação e análise que poderiam comprometer os resultados. O QUADRO 6 foi adaptado do QUADRO 5 e demonstra que foram extintos os parâmetros tipo de fundo, deposição de lama, depósitos sedimentares e alterações no canal do rio.

Os valores dos parâmetros obtidos são somados e com base no padrão referente ao total de 80 pontos temos o seguinte referencial de análise: 0 a 32 pontos trecho de impacto; 33 a 52 pontos trecho alterado e acima de 53 pontos trecho natural.

O QUADRO 6 demonstra o parâmetros avaliados através do Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats no trecho inferior da Bacia do Rio Paraíba do Sul, após as alterações do QUADRO 5. Os parâmetros 1 a 10, do QUADRO 3 não foram alterados.

QUADRO 6
PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE DIVERSIDADE DE HABITATS EM TRECHOS DE BACIAS
HIDROGRÁFICAS, ADAPTADO DE HANNAFORD ET AL (1997) E CALLISTO ET AL (2002)

PARÂMETROS		PONTUAÇÃO			
		5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
11	Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com comprimento igual ao dobro da largura do rio	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes. Rápidos não tão largos quanto rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
12	Frequência de rápidos	Rápidos relativamente frequentes; distância entre rápidos divididos pela largura do rio entre 5 e 7	Rápidos não frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividido pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos ; pobreza de habitats distância entre rápidos dividido pela largura do rio maior que 25
13	Tipos de substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes)	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
14	Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25 % do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" exposto.	Lâmina d'água escassa e presente apenas no remanso.
15	Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de deflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal"	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; deflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal".	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; deflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou fegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura "normal.	Menos de 50% da mata ciliar nativa; deflorestamento muito acentuado.
16	Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 50 e 100% da margem.
17	Extensão da mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18 metros; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc)	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 metros; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 metros; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menos que 6 metros; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
18	Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídos no rio, substrato com perifiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifiton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos macrófitas (p. ex. aguapé)

NOTA: CINCO PONTOS INDICAM SITUAÇÃO NATURAL; TRÊS DOIS E ZERO INDICAM SITUAÇÕES LEVES OU SEVERAMENTE ALTERADAS.

FONTE: ADAPTADO DE CALLISTO ET AL (2002)

Assim, para avaliação dos múltiplos impactos antrópicos sobre o curso inferior da Bacia do Rio Paraíba do Sul que incluem os municípios de Itaocara, Cambuci, São Fidélis, Campos e São João da Barra foi aplicado o protocolo de Avaliação Rápida que caracterizou as condições ecológicas deste trecho da Bacia.

O indicador qualidade de habitação que compõe a dimensão temática índice de qualidade de vida foi construído a partir das variáveis percentual de habitações sub-normais e densidade habitacional por cômodo, definido pela *Porcentagem da população que vive em domicílios com densidade superior a duas pessoas por dormitório* conforme dados PNUD (2003) do Atlas de Desenvolvimento Humano. Além disso, as variáveis *Percentual de pessoas que vivem em domicílios com água encanada e banheiro*, a variável *Percentual de pessoas que vivem em domicílios urbanos com serviços de coleta de lixo* e a variável *Percentual de pessoas que vivem em domicílios com energia elétrica*, todas disponíveis no Atlas de Desenvolvimento Humano PNUD (2003), também compõem este indicador.

O indicador de condições de vida será composto pelos indicadores de longevidade e educação, já sintetizados para o IDHM do PNUD (2003). O indicador de renda também será proveniente desta mesma fonte de dados.

O indicador Redução Urbana será construído através da variável: mudança percentual na população projetada em 25anos, usando como base a população de 2000 e a projeção populacional por município elaborada pelo CEDEPLAR/UFMG (2007).

3.2 INDICADORES SINTÉTICOS

O indicador sintético de sustentabilidade ambiental municipal é calculado pela

fórmula:
$$ISAM = \frac{IQSA + IQV + IRPA}{3},$$

sendo IQSA o índice de qualidade do sistema ambiental; IQV, índice de qualidade de vida e IRPA, índice de redução de pressão antrópica.

O indicador da primeira dimensão IQSA=QA e é calculado pela média da pontuação obtida

na aplicação do protocolo de avaliação rápida. .

$$\frac{\sum_{i=1}^5 P_i}{5}$$

$\frac{P}{5}$

O IQV é calculado a partir da média dos indicadores que compõem esta dimensão:

$$IQV = \frac{IQH + ICV + IR}{3}$$

sendo IQH o índice de qualidade de habitação, ICV o índice de condições de vida e IR o indicador de renda.

Cada um desses indicadores é calculado pela média das variáveis que o compõem. Assim, o IQH é obtido pela fórmula: $IQV = \frac{IQH + ICV + IR}{3}$, sendo V1, V2, V3, V4 e V5 as variáveis que compõem a dimensão.

O índice de condições de vida, de forma análoga, pode ser obtido pela média das variáveis que compõem a dimensão. $IQV = \frac{IQH + ICV + IR}{3}$, sendo IDHM_L o índice de desenvolvimento humano municipal de longevidade e IDHM_E o índice de desenvolvimento humano municipal de educação. O indicador de renda é composto pelo IDHM_R.

O índice de redução de pressão antrópica – IRPA é dado diretamente pelo cálculo da variação percentual entre a população observada em 2000 e a projetada para 2025 em cada um dos municípios.

As dimensões são padronizadas segundo uma relação que padroniza as proporções apresentadas em um valor entre zero e um.

$$I_i = \frac{P_i - P_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}} \quad \Bigg| \quad I_i = \frac{P_{\max} - P_i}{P_{\max} - P_{\min}}$$

Onde:	
I_i	Índice padronizado para a proporção P_i
P_i	Valor observado de P_i
P_{\max}	Maior valor observado para P_i
P_{\min}	Menor valor observado para P_i

A primeira relação é válida para as situações em que o valor zero reflete a pior situação para o indicador e a segunda para as situações em que o valor zero reflete a melhor situação. Os valores máximos e mínimos utilizados na padronização dos indicadores referem-se aos valores máximos e mínimos observados nos municípios do Rio de Janeiro para cada um dos indicadores.

3.3 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL

A Bacia do Rio Paraíba do Sul situa-se na Região Sudeste fazendo parte da Bacia Atlântico-Leste. Atravessa três Estados: São Paulo, Rio de Janeiro, e Minas Gerais. O Rio Paraíba do Sul resulta da confluência, próximo ao município de Paraibuna, dos Rios Paraibuna, cuja nascente é no município de Cunha, e Paraitinga, que nasce no município de Areias, ambos no Estado de São Paulo. O Rio nasce a 1.800 m de altitude e percorre 1.150 Km até desaguar no Oceano Atlântico, no Norte Fluminense, na praia de Atafona, no município de São João da Barra.

Os principais afluentes do Rio Paraíba do Sul pela margem esquerda são: Rios Jaguari, Paraibuna (MG / RJ), Pirapetinga, Pomba e Muriaé, e pela margem direita: Rios Una, Bananal, Piraí, Piabanha e Dois Rios.

A Bacia abrange 180 municípios, sendo 39 localizados no Estado de São Paulo, 53 no Estado do Rio de Janeiro e 88 em Minas Gerais. De acordo com o Censo Demográfico IBGE (2000), a população da Bacia é estimada em 5,5 milhões de habitantes, sendo 1,8 milhões no Estado de São Paulo, 2,4 milhões no Rio de Janeiro e 1,3 milhões em Minas Gerais.

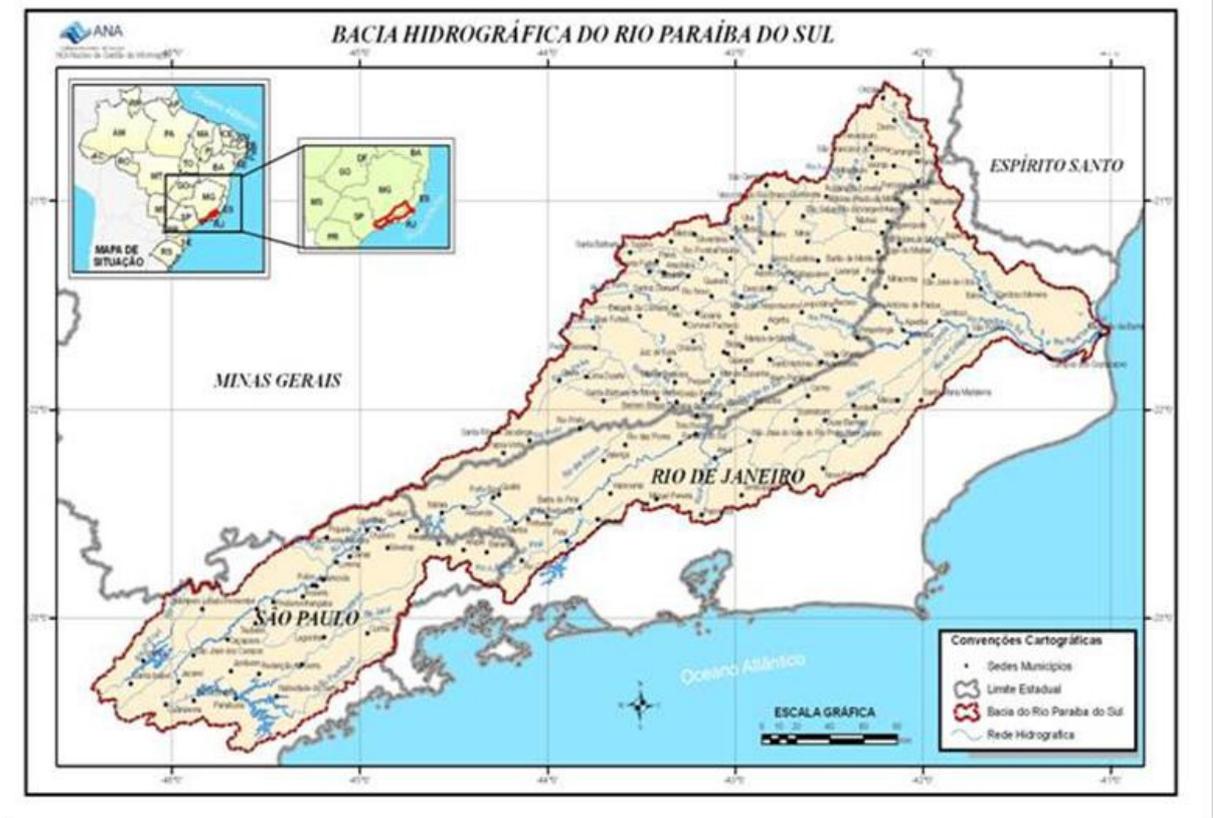


FIGURA 2: BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL
 FONTE: ANA (2004)

Aproximadamente 14,2 milhões de pessoas, somados os 8,7 milhões de habitantes da região metropolitana do Rio de Janeiro, se abastecem das águas da Bacia do Rio Paraíba do Sul. (Fundação COPPETEC, 2001)

Os principais usos da água na Bacia são: abastecimento, diluição de esgotos, irrigação e geração de energia hidroelétrica e, em menor escala, há a pesca, agricultura, recreação e navegação.

Segundo estudos da FENORTE (2002), intitulado “Expedição Rio Paraíba do Sul”, a degradação do Rio Paraíba do Sul tem sido agravada por indústrias potencialmente poluidoras de grande porte, como a Companhia Siderúrgica Nacional - CSN, Dupont do Brasil, Clariant, Companhia Siderúrgica Bárbara, Cyanamid entre outras. Outros fatores que contribuem, para o aumento da degradação são os lixões, o desmatamento e a conseqüente erosão, a retirada de recursos minerais para construção civil sem a devida recuperação ambiental e os vários acidentes ecológicos com transportes de cargas tóxicas. Entre estes acidentes podem-se citar alguns que foram notícia dada a extensão dos danos provocados. Em 1989, um caminhão

tanque carregado de metanol¹⁵ caiu no rio na altura do município Barra do Piraí. Em 1986, o Rio Paraíba do Sul recebe, através de um de seus afluentes, carga de óleo ascarel¹⁶ oriundo de um acidente ocorrido na região sul fluminense. Em 1982, a empresa Paraíbuna de Metais de Minas Gerais, despejou no Rio Paraíbuna afluente do Rio Paraíba do Sul grande quantidade de metais pesados, como cádmio, zinco e chumbo. O mais recente episódio aconteceu em 2003 com o rompimento de um dos três reservatórios da Cataguazes de Papel Ltda. situada em Minas Gerais, contendo 500 milhões de litros de lixívia¹⁷, que atingiu um grande trecho do Rio Paraíba do Sul chegando até a sua foz no dia 4 de abril. Com danos menos graves, comparativamente ao acidente da Paraíbuna Metais, entretanto, mais recente, foi o derramamento de 400 milhões de litros de argila misturada com óxido de ferro e alumínio que vazaram em 10 de janeiro de 2007 da Mineradora Rio Pomba Cataguazes, em Mirai (MG). O acidente provocou o aparecimento de uma mancha marrom de 70 quilômetros de extensão que chegou até o rio Muriaé, afluente do Rio Paraíba do Sul.

Encontram-se também, entre outros fatores que contribuem para a degradação da qualidade da água da Bacia do Rio Paraíba do Sul, a devastação da mata ciliar, a pesca predatória, o uso indevido e não controlado de agroquímicos e a ausência de sensibilização e participação social na área ambiental.

Em sua extensão, diretamente ou por meio de seus afluentes, o Rio Paraíba do Sul recebe todas as formas de agressões ambientais possíveis. Um trecho particularmente afetado pelos últimos dois grandes acidentes é o que vai da divisa com Minas Gerais até a sua foz, em São João da Barra. Dessa forma, a seção seguinte apresenta uma breve caracterização socioeconômica dos municípios de Itaocara, Cambuci, São Fidélis, Campos e São João da Barra que fazem parte do trecho final da Bacia do Rio Paraíba do Sul e, que nos últimos anos sofreram com a interrupção do abastecimento de água, em virtude de dois grandes acidentes: Cataguazes Papel e Mineradora Rio Pomba.

¹⁵ Também conhecido como álcool metílico, é um composto químico com fórmula química CH_3OH . Líquido, inflamável, possui chama invisível, fundindo-se a cerca de $-98\text{ }^\circ\text{C}$.

¹⁶ É um produto tecnicamente chamado de Alocolor 124, é um óleo resultante da mistura de hidrocarbonetos, derivados de petróleo, utilizado como isolante em equipamentos elétricos, sobretudo transformadores. Substância altamente cancerígena.

¹⁷ Solução ou suspensão de materiais residuais de um processo industrial; por exemplo: lixívia negra ou licor negro é o resíduo que resulta do cozimento e da lavagem da celulose na indústria de papel.

3.4 CARACTERIZAÇÃO SOCIODEMOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo encontra delimitada no mapa da FIGURA 3. Dos cinco municípios que a compõem, dois fazem parte da Região Noroeste Fluminense (Itaocara e Cambuci) e três fazem parte da Região Norte Fluminense (Campos dos Goytacazes, São Fidélis e São João da Barra).

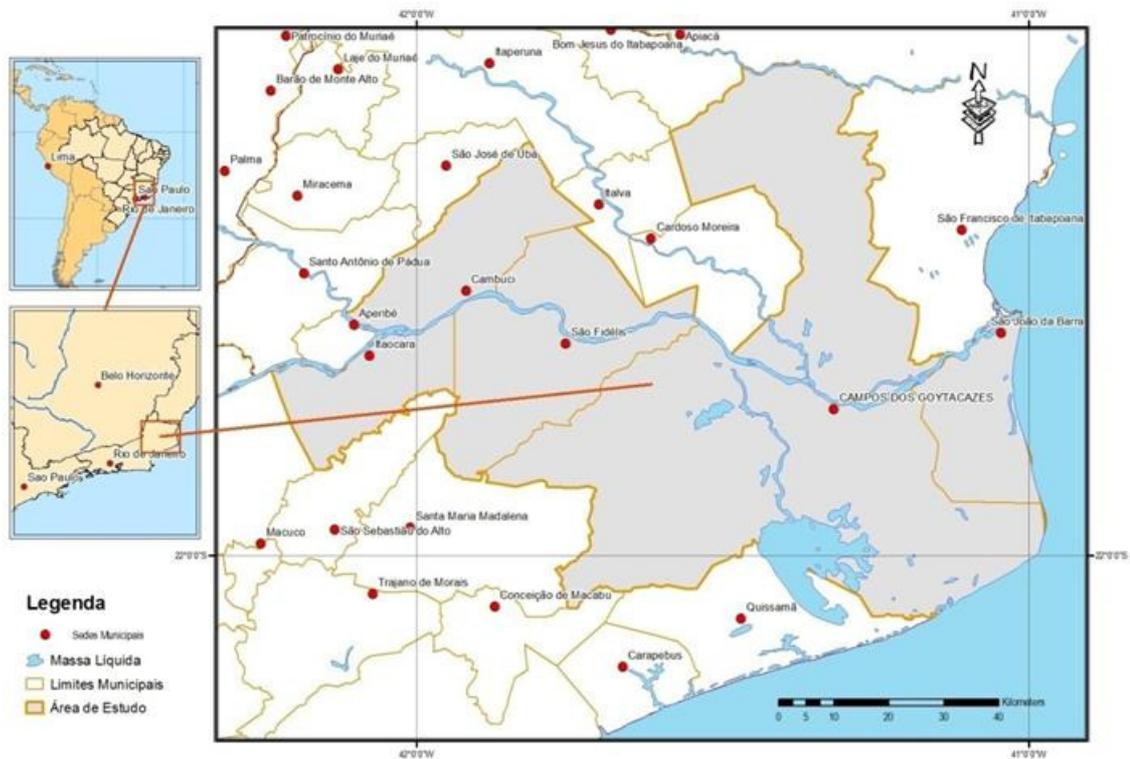


FIGURA 3: MAPA REPRESENTATIVO DO RECORTE GEOGRÁFICO EM ESTUDO

FONTE: ICAM (2008)

A TABELA 8 apresenta a estrutura etária da população dos municípios estudados e revela que o contingente populacional de maior grandeza absoluta é o de Campos dos Goytacazes, com 407.168 habitantes em 2000. É em Itaocara que se verifica o menor peso da população com até 15 anos de idade (24,81%) e em Campos o maior peso (29,34%). A população em idade ativa (16 a 65 anos) é verificada em maior proporção em Itaocara e em menor em São Fidélis e Campos dos Goytacazes. É também em Campos dos Goytacazes onde se verifica o menor percentual da população acima de 60 anos (7%) contra 10,12% em Cambuci. No conjunto, estes municípios apresentam estrutura etária ainda bastante jovem e com a vantagem demográfica intergeracional, ou seja, a razão de dependência total e a de idosos ainda é relativamente baixa (razão de dependência total, variando entre os municípios,

entre 34 e 36%), comparativamente aos valores verificados no Brasil, Região Sudeste e Estado do Rio de Janeiro¹⁸.

TABELA 8
POPULAÇÃO RESIDENTE POR GRANDES GRUPOS ETÁRIOS

Município	Abaixo de 15 anos	Entre 16 e 64 anos	Acima de 65 anos	Total
Cambuci	3722	9465	1484	14671
Campos dos Goytacazes	119337	259334	28497	407168
Itaocara	5707	15086	2210	23003
São Fidélis	9735	23404	3650	36789
São João da Barra	7987	17727	1969	27683
Total	146488	325016	37810	509314
Distribuição Percentual (%)				
Município	Abaixo de 15 anos	Entre 16 e 64 anos	Acima de 65 anos	Total
Cambuci	25,37	64,52	10,12	100,00
Campos dos Goytacazes	29,31	63,69	7,00	100,00
Itaocara	24,81	65,58	9,61	100,00
São Fidélis	26,46	63,62	9,92	100,00
São João da Barra	28,85	64,04	7,11	100,00
Total	28,76	63,81	7,42	100,00

FONTE: CENSO DEMOGRÁFICO/ IBGE-2000

Os municípios apresentam baixa taxa de urbanização relativamente à verificada no Estado do Rio de Janeiro e no Brasil, 96% e 81%, respectivamente. A taxa é superior à verificada no Brasil, embora inferior à verificada no Estado, apenas no município de Campos dos Goytacazes (89%). Além de ser o maior município, este município é o maior beneficiário, em termos absolutos, dos recursos dos royalties do petróleo. Possui uma rede de estabelecimentos de ensino desenvolvida que exerce influência sobre os municípios vizinhos, além de formar mão-de-obra para a indústria de produção e extração de petróleo e gás e setores correlatos.

TABELA 9
TAXA DE URBANIZAÇÃO -2000

Municípios	Tx. Urbanização
Cambuci	67,8
Campos dos Goytacazes	89,4
Itaocara	69,2
São Fidélis	72,1
São João da Barra	70,9
Rio de Janeiro	96,0
Região Sudeste	90,5
Brasil	81,2

FONTE: CENSO DEMOGRÁFICO/ IBGE-2000

¹⁸ A razão de dependência total do Brasil em 2000 foi de 61,7% considerando como idosos no numerador população acima de 60 anos e jovens, abaixo de 15 anos. Do Rio de Janeiro foi 55,9% e da Região sudeste 56,2%.

A taxa de analfabetismo entre os residentes com idade superior a 15 anos é elevada em todos os municípios quando se compara com a taxa verificada no Estado do Rio de Janeiro e na Região Sudeste. Apenas no município de Campos dos Goytacazes observa-se taxa de analfabetismo inferior à brasileira em 2000. Entretanto, ressalta-se que a taxa de analfabetismo da população de 10 a 15 anos neste município é de 4,5% bastante superior à observada no Estado do Rio de Janeiro e na Região Sudeste. Essa taxa também é elevada no município de São João da Barra, onde 4,7% da população neste intervalo etário era analfabeta em 2000. Esclarece-se que tanto o município de São João da Barra, quanto o município de Campos dos Goytacazes, são grandes beneficiários dos recursos dos royalties do petróleo e, por isso, deveriam apresentar indicadores que refletissem um esforço de investimento em capital humano na sua população, especialmente a população mais jovem.

TABELA 10
TAXA DE ANALFABETISMO - 2000

Municípios	10-15 anos	Acima de 15 anos
Cambuci	2,5	17,5
Campos dos Goytacazes	4,5	10,1
Itaocara	2,5	13,3
São Fidélis	3,2	16,0
São João da Barra	4,7	13,8
Brasil	5,9	12,9
Rio de Janeiro	2,3	6,2
Sudeste	1,8	7,7

FONTE: CENSO DEMOGRÁFICO- IBGE-2000

Conforme FIGURA 4, entre 1998 e 2007 a participação das internações hospitalares em decorrência de doenças infecciosas e parasitárias sobre o total de internações aumentou em todos os municípios até o ano de 2002. Após este período a participação continuou crescente em Cambuci e São Fidélis, tendo, a partir de 2006, recuado no primeiro e mantido a trajetória de aumento no segundo.

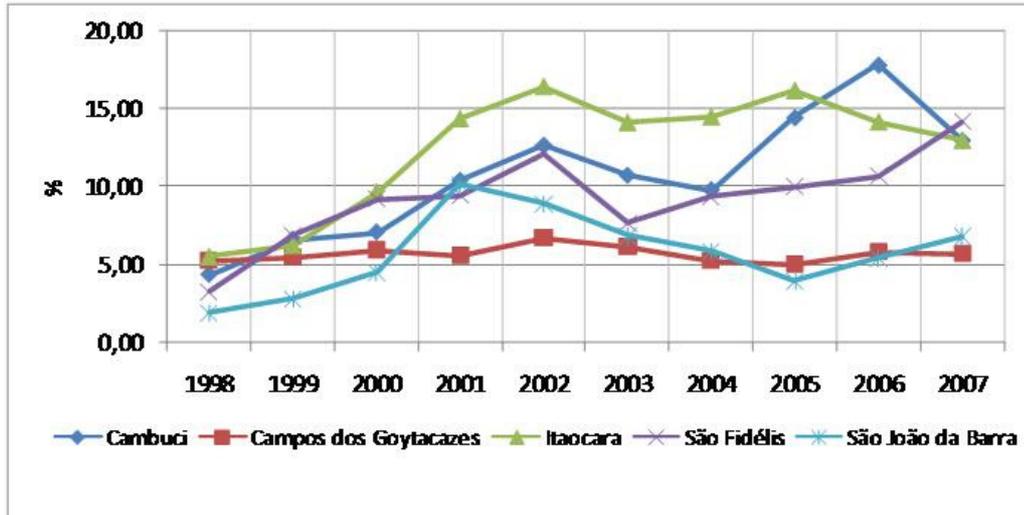


FIGURA 4 :PERCENTUAL DAS INTERNAÇÕES EM DECORRÊNCIA DE DOENÇAS INFECCIOSAS E PARASITÁRIAS EM RELAÇÃO AO TOTAL DE INTERNAÇÕES – 1998-2007 – MUNICÍPIOS SELECIONADOS.

FONTE: MINISTÉRIO DA SAÚDE - SIH/SUS

No que respeita o acesso da população aos serviços básicos água encanada, coleta de lixo e energia elétrica, verifica-se na TABELA 11 que em 2000, Campos dos Goytacazes e São João da Barra apresentavam os menores percentuais de pessoas vivendo em domicílios com acesso a água encanada, 86,43% e 85,61%, respectivamente, contra percentuais superiores a 90% nos demais municípios. Ressalta-se que tanto Campos quanto São João da Barra são recebedores de “royalties” e participação especial pela exploração de petróleo da Bacia de Campos. Dessa forma, seria de se esperar que ambos apresentassem melhores indicadores de desenvolvimento social.

Quando se trata de acesso a água encanada e banheiro Campos dos Goytacazes e São João da Barra também apresentam os menores percentuais. É em Cambuci onde se verifica o menor percentual de pessoas vivendo em domicílios urbanos com serviços de coleta de lixo e em São Fidélis o menor percentual de pessoas vivendo em domicílios com energia elétrica.

TABELA 11
 PERCENTUAL DE PESSOAS QUE VIVEM EM DOMICÍLIOS COM ACESSO AOS SERVIÇOS BÁSICOS
 MUNICÍPIOS SELECIONADOS - 2000

Municípios	Percentual de pessoas que vivem em Domicílios com			
	Água encanada	Banheiro e água encanada	Urbanos com serviço de coleta de lixo	Energia elétrica
Cambuci	94,36	91,82	89,08	95,89
Campos dos Goytacazes	86,43	84,30	92,98	98,51
Itaocara	95,18	93,47	93,34	97,92
São Fidélis	94,74	92,69	94,71	95,66
São João da Barra	85,61	84,61	94,56	97,45

FONTE: ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO DO BRASIL – PNUD

Através da TABELA 12 observa-se que o maior percentual de domicílios ligados à rede geral de água em 2000 se verifica em Itaocara e São Fidélis, em ambos 74%. Em São João da Barra 37% dos domicílios têm acesso à água por meio de poço ou nascente, em Campos dos Goytacazes, este percentual é de 31%.

TABELA 12
 PERCENTUAL DE DOMICÍLIOS POR TIPO DE ACESSO À ÁGUA - MUNICÍPIOS SELECIONADOS - 2000

Municípios	Rede Geral	Poço ou nascente	Outro	Total
Cambuci	69	28	3	100
Campos dos Goytacazes	68	31	2	100
Itaocara	74	23	3	100
São Fidélis	74	22	4	100
São João da Barra	62	37	0	100

FONTE: CENSO DEMOGRÁFICO 2000 (IBGE)

Observa-se pela TABELA 13 que em Campos e São João da Barra a utilização da fossa rudimentar como forma de escoadouro de esgoto atinge 30% e 39% dos domicílios, respectivamente. A rede geral de esgoto é utilizada por apenas 36% dos domicílios de Campos dos Goytacazes e 19% dos domicílios de São João da Barra.

TABELA 13
 PERCENTUAL DE DOMICÍLIOS POR TIPO DE ESCOADOURO - MUNICÍPIOS SELECIONADOS - 2000

Municípios	Cambuci	Campos dos Goytacazes	Itaocara	São Fidélis	São João da Barra
Rede geral de esgoto ou pluvial	53	36	63	67	19
Fossa séptica	4	28	7	4	40
Fossa rudimentar	6	30	6	9	39
Vala	22	3	16	11	1
Rio, lago ou mar	11	3	6	6	1
Outro escoadouro	3	0	3	2	0
Total	100	100	100	100	100

FONTE: CENSO DEMOGRÁFICO 2000 (IBGE)

O alto percentual dos domicílios que têm acesso à água por meio de poço ou nascente associado ao percentual de utilização de fossa rudimentar como forma de escoadouro do esgoto leva ao questionamento sobre a qualidade da água que se tem acesso por meio de poço. É lícito supor que a contaminação do lençol freático pode comprometer a qualidade da água que se tem acesso por meio do poço.

A TABELA 14 mostra o cruzamento entre os domicílios que têm acesso à água por meio de poço ou nascente e a forma de escoadouro do esgoto. Observa-se que em Campos dos Goytacazes, 57% dos domicílios que utilizam poço ou nascente para abastecimento de água, concomitantemente utilizam fossa rudimentar. Em São João da Barra este percentual é de 45%; 26% em São Fidélis; 22% em Itaocara e 15% em Cambuci. Tais dados sugerem especial atenção sobre as conseqüências desta combinação de acesso a bens essenciais sobre o meio ambiente e à saúde pública, especialmente a de crianças e idosos.

TABELA 14
PERCENTUAL DE DOMICÍLIOS QUE TÊM ACESSO À ÁGUA POR MEIO DE POÇO OU NASCENTE SEGUNDO O TIPO DE ESCOADOURO - MUNICÍPIOS SELECIONADOS - 2000

Municípios	Rede geral de esgoto ou pluvial	Fossa séptica	Fossa rudimentar	Vala	Rio, lago ou mar	Outro escoadouro
Cambuci	7	11	15	60	5	2
Campos dos Goytacazes	6	31	57	5	1	0
Itaocara	1	15	22	49	2	10
São Fidélis	3	15	26	44	3	9
São João da Barra	1	52	45	2	0	0

FONTE: CENSO DEMOGRÁFICO 2000 (IBGE)

Segundo a TABELA 15, a cobertura da coleta de lixo é maior em Campos dos Goytacazes, onde 86% dos domicílios têm o lixo coletado por serviço de limpeza pública, em São João da Barra este percentual é de 74% e São Fidélis é de 63%. A coleta indireta, por meio de caçambas é a principal forma de coleta em Itaocara, onde 49% dos domicílios têm o seu lixo coletado por meio dessa modalidade. Em Cambuci, 32% do lixo é queimado na propriedade e o percentual de outros destinos que inclui lixo enterrado na propriedade, jogado em terreno baldio ou logradouro, jogado em rio lado ou mar e outro destino, é pequeno em todos os municípios estudados.

TABELA 15
PERCENTUAL DE DOMICÍLIOS POR TIPO COLETA DE LIXO - MUNICÍPIOS SELECIONADOS - 2000

Municípios	Cambuci	Campos dos Goytacazes	Itaocara	São Fidélis	São João da Barra
Coletado por serviço de limpeza	42	86	18	63	74
Colocado em caçamba de serviço de limpeza	20	1	49	8	1
Queimado (na propriedade)	32	11	28	25	20
Outros destinos	6	2	5	4	5
Total	100	100	100	100	100

FONTE: CENSO DEMOGRÁFICO 2000 (IBGE)

Analisando a TABELA 16, os ocupados segundo relações formais de trabalho estão mais bem representados em todos os municípios no setor terciário da economia, com destaque para comércio e indústria e empregados na administração pública, que em Cambuci representa 61% dos empregos formais e em São Fidélis 50%. Em que pese a presença de atividades agropecuárias nos municípios estudados, os postos de trabalho formal gerado neste setor representam, no máximo 9% em São Fidélis e no mínimo 5% em Campos e São João da Barra.

TABELA 16
DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO OCUPADA (FORMAL) SEGUNDO OS SETORES DE ATIVIDADE - MUNICÍPIOS SELECIONADOS - 2006

Setores	Cambuci	Campos dos Goytacazes	Itaocara	São Fidélis	São João da Barra
INDÚSTRIA	9	12	12	7	16
CONSTRUÇÃO CIVIL	0	6	0	13	7
COMÉRCIO E SERVIÇOS	22	53	43	32	22
ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	61	24	38	39	50
AGROPECUÁRIA	7	5	7	9	5
Total	100	100	100	100	100

FONTE: RAIS-MTE (2006)

3.5 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA NO CURSO INFERIOR DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

A FIGURA 5 representa os cinco pontos de coleta em Itaocara e as figuras na seqüência detalham algumas características destes locais. A coleta nos pontos assinalados foi realizada no dia 17 de abril de 2008. As informações complementares são as seguintes:

Data de Coleta:	17 de abril de 2008
Hora da Coleta	9h e 50min
Tempo (situação do dia):	Parcialmente nublado
Modo de coleta (coletor):	Becker de 250mL
Tipo de ambiente:	Rio
Largura:	Em torno de 90m
Profundidade:	Às margens do rio
Temperatura da água:	28° C



FIGURA 5: IMAGEM AÉREA DOS PONTOS DE COLETA EM ÍTAOCARA

FONTE: COORDENADAS RETIRADAS DO RELATÓRIO DE CAMPO LOCALIZADAS NA FERRAMENTA GOOGLE EARTH

Conforme se observa na FIGURA 6, verifica-se no ponto 1 um pequeno canal de esgoto doméstico sendo despejado diretamente no curso do Rio Paraíba do sul.



FIGURA 6: PONTO 1 DE APLICAÇÃO DO PROTOCOLO EM ITAOCARA

FONTE: FOTOGRAFIA RETIRADA PELO AUTOR DURANTE A APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

No entanto, como se vê na FIGURA 6, o impacto desse esgoto é atenuado devido ao desenvolvimento da extensão e a frequência de rápidos que é bastante acentuado neste local, onde nota-se a presença de mata ciliar, entre 70 e 90% de mata ripária nativa e, também evidência de alguma erosão.



FIGURA 7: EXTENSÃO DO PONTO 1 DE APLICAÇÃO DO PROTOCOLO EM ITAOCARA

FONTE: FOTOGRAFIA RETIRADA PELO AUTOR DURANTE A APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

Distante aproximadamente 100 metros à esquerda do ponto 1 verificou-se a presença de residências de boa qualidade às margens do rio (FIGURA 8).



FIGURA 8: LOCAL DISTANTE APROXIMADAMENTE 100 METROS DO PONTO 1
 FONTE: APLICAÇÃO DE PROTOCOLO REALIZADA PELO AUTOR

No ponto 5 também se observa uma entrada de esgoto *in natura* e, em derredor, existe um local de retirada de areia que, a olho nu, causava às margens do rio moderados impacto e erosão, conforme FIGURA 8.

No entanto, avistavam-se a 50 metros para dentro do rio, muitas ilhas que apresentavam em torno de 90% ou mais de vegetação ripária nativa (vide FIGURA 9).



FIGURA 9: LOCAL DISTANTE COM RETIRADA DE AREIA NO PONTO 5 E VISTA DE ILHAS COM VEGETAÇÃO
 FONTE: FOTOGRAFIA RETIRADA PELO AUTOR DURANTE A APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

Em linhas gerais, percebeu-se que os pontos avaliados às margens do rio eram bastante diversificados. Nota-se nesta cidade que, existem casas de boa qualidade, relvas ajardinadas e quiosques de alimentação que compõe a urbanização da orla do rio Paraíba do sul em Itaocara (FIGURA 10).



FIGURA 10: ASPECTOS URBANÍSTICOS DA ORLA DO RIO PARAÍBA SO SUL EM ITAOCARA
 FONTE: FOTOGRAFIA RETIRADA PELO AUTOR DURANTE A APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

A TABELA 17 apresenta os resultados da aplicação do protocolo no município. Veja que apesar da atividade antrópica e existência, exatamente neste ponto de derramamento de esgoto *in natura* no curso do rio este trecho apresenta-se como natural. Os pontos dois, quatro e cinco apresentam-se alterado pela ação da atividade humana, havia exploração de areia no ponto cinco e várias residências e espaços de lazer na orla, o que impacta os trechos pelo descarte de detritos diversos.

TABELA 17
 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA NO MUNICÍPIO DE ITAOCARA/RJ

Parâmetros	1ª ordem	2ª ordem	3ª ordem	4ª ordem	5ª ordem
Latitude	S 21° 40' 01.3"	S 21° 40' 04.7"	S 21° 39' 56.3"	S 21° 39' 53.9"	S 21° 39' 54.4"
Longitude	W 042° 04' 56.8"	W 042° 04' 59.2"	W 042° 04' 53.4"	W 042° 04' 49.1"	W 042° 04' 46.4"
1	2	0	4	0	4
2	4	2	2	2	2
3	2	0	4	0	2
4	4	4	4	4	4
5	2	4	4	4	2
6	4	4	4	4	4
7	2	2	2	2	0
8	2	4	4	4	2
9	4	4	4	4	4
10	2	2	4	4	2
11	5	5	5	3	3
12	5	5	5	5	5
13	0	0	2	0	0
14	5	5	5	5	5
15	3	0	3	3	2
16	5	3	5	5	3
17	3	0	3	3	2
18	0	0	0	0	0
Pontuação	54	44	64	52	46
Avaliação	Natural	Alterado	Natural	Alterado	Alterado

FONTE: DADOS COLETADOS EM CAMPO PELO AUTOR

A FIGURA 11 apresenta os pontos de coleta no município de Cambuci localizados. A coleta nos pontos assinalados na fotografia aérea foi realizada segundo as condições descritas na seqüência. As fotografias detalham aspectos considerados relevantes em pontos selecionados.

Data de Coleta:	17 de abril de 2008
Hora da Coleta	12h e 30min
Tempo (situação do dia):	Parcialmente nublado
Modo de coleta (coletor):	Becker de 250mL
Tipo de ambiente:	Rio
Largura:	Em torno de 100m
Profundidade:	Às margens do rio
Temperatura da água:	29° C



FIGURA 11: IMAGEM AÉREA DOS PONTOS DE COLETA EM CAMBUCI

FONTE: COORDENADAS RETIRADAS DO RELATÓRIO DE CAMPO LOCALIZADAS NA FERRAMENTA GOOGLE EARTH

A cidade de Cambuci tem uma particularidade bastante distinta das outras cidades pesquisadas. Existe uma rua denominada popularmente de beira-rio onde os fundos de todas as casas margeiam o Rio Paraíba do Sul (FIGURA 11).



FIGURA 12: FUNDOS DE RESIDÊNCIAS DA RUA BEIRA RIO QUE MARGEIAM O RIO PARAÍBA DO SUL
 FONTE: FOTOGRAFIA RETIRADA PELO AUTOR DURANTE A APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

No ponto um existe um valão denominado Dantas que carrega para o leito do rio o esgoto doméstico da cidade e, também serve de escoadouro das águas das chuvas que descem das cachoeiras existentes neste município (FIGURA 12).



FIGURA 13 : VALÃO DANTAS
 FONTE: FOTOGRAFIA RETIRADA PELO AUTOR DURANTE A APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

Nesta região o rio apresenta-se com corredeiras bem desenvolvidas e, também com uma frequência acentuada de rápidos que atenuam os impactos antrópicos advindos das casas ribeirinhas. Vale ressaltar que estas casas ribeirinhas são de qualidade normal (FIGURA 13).



FIGURA 14 : ASPECTO GERAL DO TRECHO

FONTE: FOTOGRAFIA RETIRADA PELO AUTOR DURANTE A APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

No ponto dois observa-se erosão acentuada nas margens do rio, onde se verifica proporção de mata ciliar nativa inferior a 50%, o que ajuda a manter certa estabilidade nas margens (FIGURA 14).



FIGURA 15 : ASPECTO GERAL DO PONTO DOIS

FONTE: FOTOGRAFIA RETIRADA PELO AUTOR DURANTE A APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

A TABELA 18 apresenta os resultados da aplicação do protocolo e revela que a qualidade ambiental neste trecho da bacia é pior do que a verificada em Itaocara. Veja que todos os trechos de coleta apresentaram situação alterada, sendo que o ponto quatro apresenta o pior nível, ou seja, impactado.

Este resultado seria esperado em função da própria configuração do perímetro urbano, com residências ao longo da linha do Rio despejando esgoto diretamente no sue leito.

TABELA 18
 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA NO MUNICÍPIO DE CAMBUCI/RJ

Parâmetros	1ª ordem	2ª ordem	3ª ordem	4ª ordem	5ª ordem
Latitude	S 21° 34' 40.7"	S 21° 34' 36.4"	S 21° 34' 33.5"	S 21° 34' 27.8"	S 21° 34' 21.7"
Longitude	W 041° 54' 41.1"	W 041° 54' 27.7"	W 041° 54' 20.7"	W 041° 54' 10.8"	W 041° 54' 00.7"
1	0	0	0	0	2
2	2	0	2	2	2
3	2	2	0	2	3
4	4	4	4	0	4
5	4	4	4	2	2
6	4	4	4	4	4
7	2	2	2	2	2
8	4	4	4	2	2
9	4	4	4	4	4
10	2	4	2	2	2
11	5	5	5	3	2
12	5	5	5	5	3
13	0	0	0	0	0
14	5	5	5	5	5
15	2	0	0	0	0
16	3	2	2	0	2
17	2	2	2	0	2
18	0	0	0	0	0
Pontuação	50	47	45	33	41
Avaliação	Alterado	Alterado	Alterado	Impactado	Alterado

FONTE: DADOS COLETADOS EM CAMPO PELO AUTOR

Observam-se na FIGURA 16 os locais de coleta em São Fidélis, cuja situação de coleta se encontra descrita em seguida:

Data de Coleta:	17 de abril de 2008
Hora da Coleta	13h e 50min
Tempo (situação do dia):	Parcialmente nublado
Modo de coleta (coletor):	Becker de 250mL
Tipo de ambiente:	Rio
Largura:	Em torno de 100m
Profundidade:	Às margens do rio
Temperatura da água:	29° C



FIGURA 16: IMAGEM AÉREA DOS PONTOS DE COLETA EM SÃO FIDÉLIS
 FONTE: COORDENADAS RETIRADAS DO RELATÓRIO DE CAMPO LOCALIZADAS NA FERRAMENTA
 GOOGLE EARTH

Apesar do dique que corta a cidade de São Fidélis, a presença de mata ciliar situa-se entre 70 e 90% de vegetação ripária nativa, o desflorestamento é evidente, mas não afeta o desenvolvimento da vegetação (FIGURA 16).



FIGURA 17: ASPECTO GERAL EM SÃO FIDÉLIS
 FONTE: FOTOGRAFIA RETIRADA PELO AUTOR DURANTE A APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

No ponto dois existe uma fábrica de doces de banana cujos dejetos produzidos causa impactos nas margens causando moderada erosão, entretanto, as margens do rio se

apresentam moderadamente estáveis. A cobertura vegetal no leito é parcial. A baixa atividade antrópica neste trecho mantém entre 12 e 18 metros de vegetação ripária. (FIGURA 17).

Não foi observado, nos pontos analisados, lançamento direto de esgoto “*in natura*” sobre o leito do rio.



FIGURA 18: PONTO DOIS

FONTE: FOTOGRAFIA RETIRADA PELO AUTOR DURANTE A APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

Os resultados verificados mostram que apenas o trecho do ponto dois apresenta-se alterado, os demais trechos foram classificados como naturais. O resultado é coerente com a situação geral verificada, baixa atividade antrópica, não se verificando lançamento de esgoto “*in natura*” diretamente no leito do rio. O ponto dois é impactado e alterado pela presença da fábrica de doces no local.

TABELA 19
 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA NO MUNICÍPIO DE SÃO FIDÉLIS/RJ

Parâmetros	1ª ordem	2ª ordem	3ª ordem	4ª ordem	5ª ordem
Latitude	S 21° 37' 43.1"	S 21° 37' 59.5"	S 21° 38' 37.6"	S 21° 38' 45.4"	S 21° 38' 49.6"
Longitude	W 041° 45' 52.0"	W 041° 45' 41.8"	W 041° 45' 14.4"	W 041° 44' 39.7"	W 041° 44' 36.0"
1	4	0	4	4	4
2	2	2	2	2	2
3	4	0	0	4	4
4	4	4	4	4	4
5	4	4	4	4	4
6	4	4	4	4	4
7	2	2	2	2	2
8	4	4	4	4	4
9	4	4	4	4	4
10	2	2	2	2	2
11	5	3	5	3	3
12	5	5	5	5	5
13	0	0	0	0	0
14	5	5	5	5	5
15	5	3	3	3	3
16	3	3	3	3	3
17	3	3	3	3	3
18	0	0	0	0	0
Pontuação	60	48	54	56	56
Avaliação	Natural	Alterado	Natural	Natural	Natural

FONTE: DADOS COLETADOS EM CAMPO PELO AUTOR

Veja na FIGURA 19 os locais de coleta em Campos dos Goytacazes, cuja situação de coleta se encontra descrita em seguida. Ocorrências consideradas relevantes em locais de coleta são destacadas na seção.

Data de Coleta:	15 de abril de 2008
Hora da Coleta	7h e 45min
Tempo (situação do dia):	Parcialmente nublado
Modo de coleta (coletor):	Becker de 250mL
Tipo de ambiente:	Rio
Largura:	Em torno de 200m
Profundidade:	Às margens do rio
Temperatura da água:	29° C



FIGURA 19: IMAGEM AÉREA DOS PONTOS DE COLETA EM CAMPOS DOS GOYTACAZES

FONTE: COORDENADAS RETIRADAS DO RELATÓRIO DE CAMPO LOCALIZADAS NA FERRAMENTA GOOGLE EARTH

A avaliação foi feita dentro do perímetro urbano. O dique que corta a cidade mantém certa estabilidade das margens do rio (FIGURA 20).

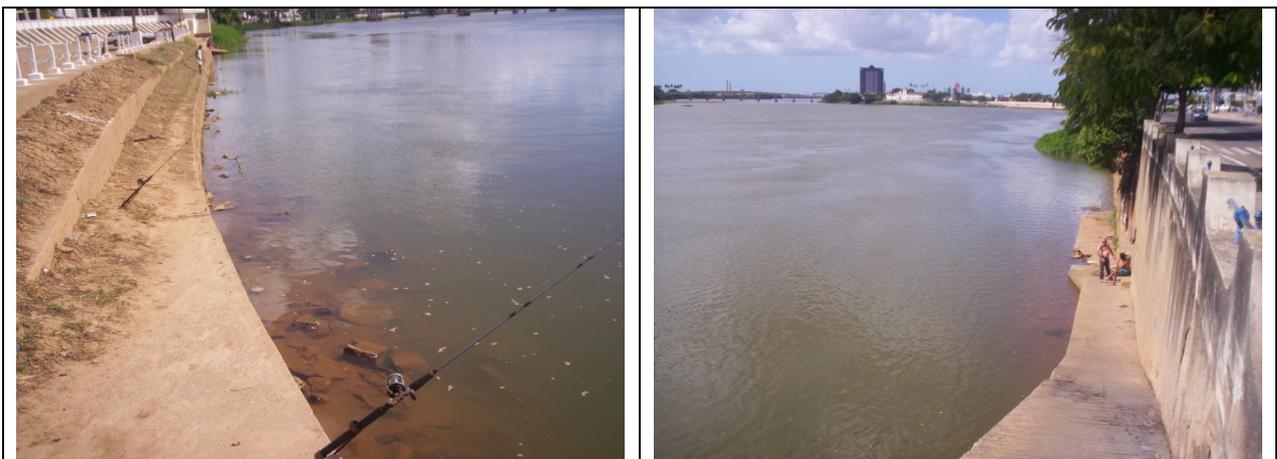


FIGURA 20: VISTA DO DIQUE DO RIO PARAÍBA DO SUL NO PERÍMETRO URBANO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES

FONTE: FOTOGRAFIA RETIRADA PELO AUTOR DURANTE A APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

No ponto dois, próximo à ponte General Dutra, observa-se vegetação natural em proporção acima de 90% com mata ripária nativa, incluindo árvores que também ajudam manter certa estabilidade das margens do rio (FIGURA 21).



FIGURA 21 : PONTO DOIS

FONTE: FOTOGRAFIA RETIRADA PELO AUTOR DURANTE A APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

No ponto cinco percebe-se alteração em função de derramamento de dejetos de origem doméstica, no caso esgoto, que produz cheiro de ovo podre tanto no na água quanto no sedimento. Porém, neste trecho a água do rio fluía muito bem em toda a sua largura. Ressalta-se ainda a presença de cobertura vegetal parcial e moderada erosão (FIGURA 22).



FIGURA 22: VISTA DA ENTRADA DE ESGOTO SANITÁRIO DOMÉSTICO

FONTE: FOTOGRAFIA RETIRADA PELO AUTOR DURANTE A APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

Os resultados apontam alteração em todos os trechos de coleta, exceto no ponto dois, onde, a fluidez da água e a extensão da largura minimizam os efeitos do esgoto derramado.

TABELA 20
 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA NO MUNICÍPIO DE CAMPOS/RJ

Parâmetros	1ª ordem	2ª ordem	3ª ordem	4ª ordem	5ª ordem
Latitude	S 21° 45' 14.6"	S 21° 45' 10.0"	S 21° 45' 00.3"	S 21° 45' 19.3"	S 21° 45' 12.0"
Longitude	W 041° 19' 25.0"	W 041° 19' 30.7"	W 041° 19' 38.3"	W 041° 19' 12.2"	W 041° 18' 51.6"
1	0	4	4	0	4
2	4	4	4	2	2
3	4	4	4	0	2
4	4	2	4	4	4
5	4	4	4	4	2
6	4	4	4	4	4
7	2	2	2	2	2
8	4	4	4	4	2
9	4	4	4	4	4
10	2	2	2	2	2
11	3	3	3	3	3
12	5	5	5	5	5
13	0	0	0	0	0
14	5	5	5	5	5
15	0	5	2	0	3
16	5	5	3	5	3
17	0	5	3	0	3
18	0	0	0	0	0
Pontuação	50	62	57	44	50
Avaliação	Alterado	Natural	Natural	Alterado	Alterado

FONTE: DADOS COLETADOS EM CAMPO PELO AUTOR

Finalmente, pode ser observado na FIGURA 23 os locais de coleta em São João da Barra, cuja situação se encontra descrita em seguida. Ocorrências consideradas relevantes em locais de coleta são destacadas na seção.

Data de Coleta:	18 de abril de 2008
Hora da Coleta	9h e 35min
Tempo (situação do dia):	Parcialmente nublado
Modo de coleta (coletor):	Becker de 250mL
Tipo de ambiente:	Rio
Largura:	Em torno de 150m
Profundidade:	Às margens do rio
Temperatura da água:	28° C

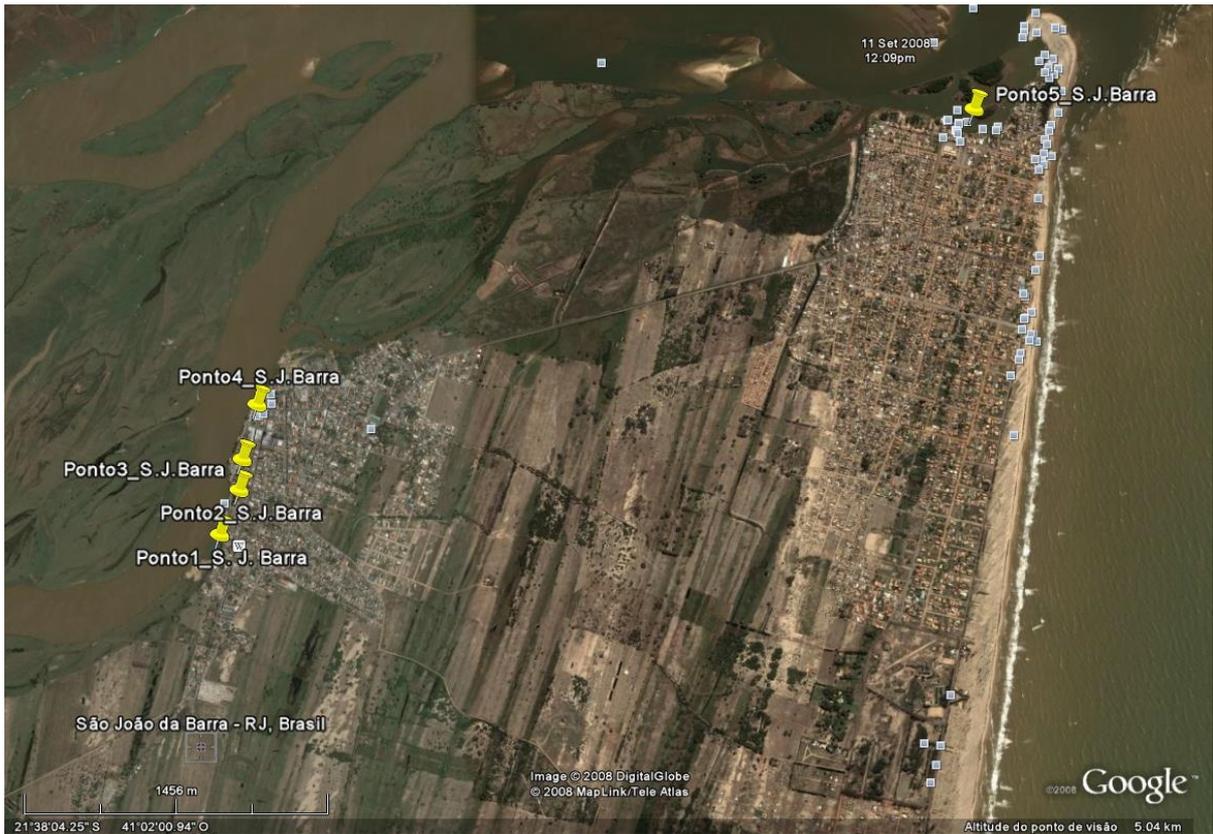


FIGURA 23: IMAGEM AÉREA DOS PONTOS DE COLETA EM SÃO JOÃO DA BARRA

FONTE: COORDENADAS RETIRADAS DO RELATÓRIO DE CAMPO LOCALIZADAS NA FERRAMENTA GOOGLE EARTH

No ponto um havia uma mineradora de areia licenciado do ponto de vista ambiental que, numa rápida avaliação não se constata que provoque alto impacto antrópico afetando diretamente a cobertura vegetal no leito. A cobertura vegetal neste ponto foi avaliada como parcial, com presença de mata em proporção que varia de 70 a 90%. Apesar de certo desflorestamento, percebe-se que a vegetação se desenvolvia, pois, a maioria das plantas atingia a altura normal. As Margens se apresentavam estáveis com evidências de erosão mínima. A extensão da vegetação ripária verificada no local foi entre 12 e 18 metros, o que reforça neste local a evidência observada de mínima pressão antrópica (FIGURA 23).



FIGURA 24: VISTA GERAL DOS ARREDORES DO PONTO UM EM SÃO JOÃO DA BARRA
 FONTE: FOTOGRAFIA RETIRADA PELO AUTOR DURANTE A APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

No ponto cinco observa-se moderada erosão e a ausência de cobertura vegetal no leito, em virtude, principalmente, à presença de estabelecimentos de comércio de pesca. A presença desta atividade contribui para que as margens do rio se apresentem proporção de mata ciliar inferior a 50%. Neste trecho percebe-se uma lâmina d'água *lisa* com ausência de corredeiras e vegetação bastante restrita (FIGURA 24).



FIGURA 25: PRESENÇA DA ATIVIDADE DE COMÉRCIO DE PESCA NO PONTO CINCO
 FONTE: FOTOGRAFIA RETIRADA PELO AUTOR DURANTE A APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

Em linhas gerais, no seu trecho inferior da Bacia do Rio Paraíba do Sul não foi detectada oleosidade tanto na parte líquida quanto no sedimento. A temperatura da água se manteve nos limites de 28°C a 30°C. O aspecto de transparência de todo o trecho é turvo, com presença de lama e areia nas margens (FIGURA 25).



FIGURA 26: ASPECTO GERAL DA ÁGUA E DO LEITO

FONTE: FOTOGRAFIA RETIRADA PELO AUTOR DURANTE A APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

Observa-se que este trecho inferior da Bacia foi bastante alterado devido às pressões de origem antrópica no que se refere à urbanização das cidades e a ausência deste impacto de origem industrial. Observa-se que o resultado aponta para alteração no ponto quatro e impacto no ponto cinco, o que era esperado em função das atividades desenvolvidas nestes trechos.

TABELA 21
PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DA BARRA/RJ

Parâmetros	1ª ordem	2ª ordem	3ª ordem	4ª ordem	5ª ordem
Latitude	S 21° 38' 24.7"	S 21° 38' 17.7"	S 21° 38' 12.9"	S 21° 38' 04.3"	S 21° 37' 18.0"
Longitude	W 041° 03' 07.5"	W 041° 03' 03.8"	W 041° 03' 03.3"	W 041° 03' 00.8"	W 041° 01' 00.9"
1	4	4	2	0	0
2	4	2	2	4	2
3	4	4	4	0	0
4	4	4	4	0	0
5	4	4	4	4	4
6	4	4	4	4	4
7	2	2	2	2	2
8	4	4	4	4	4
9	4	4	4	4	4
10	2	2	2	2	2
11	5	5	5	5	2
12	5	5	5	5	0
13	0	0	0	0	0
14	5	5	5	5	2
15	3	2	2	0	0
16	5	5	3	5	3
17	3	3	3	0	0
18	0	0	0	0	0
Pontuação	62	59	55	44	29
Avaliação	Natural	Natural	Natural	Alterado	Impactado

FONTE: DADOS COLETADOS EM CAMPO PELO AUTOR

4 ANÁLISE DOS INDICADORES

Este capítulo apresenta uma análise dos indicadores sintetizados por dimensão e o indicador sintético para os municípios analisados.

Analisando a TABELA 22, percebe-se que o melhor índice de qualidade do sistema ambiental padronizado - IQSA deve-se ao município de Itaocara, por praticamente não existir, de um modo geral, agressividade antrópica às margens do rio. No centro da cidade de Itaocara, por exemplo, existe um ajardinamento relvado de aproximadamente 300 metros margeando o rio. Além disso, no período de cheias o rio se mostra bastante caudaloso e o fluxo de águas apresenta grandes corredeiras, o que possivelmente, facilita a dispersão de poluentes existentes.

Existe homogeneidade no IQSA para os municípios de Cambuci, São Fidelis e São João da Barra. No caso particular de Cambuci, o baixo nível do indicador se deve, possivelmente, ao fato de os domicílios do perímetro urbano carregarem para o leito do rio lixo e esgoto domésticos, já que os mesmos encontram-se de fundos voltados para o rio.

Já, no caso de São Fidelis, foi percebido certo desflorestamento no percurso e atividade industrial de pequeno porte que ocasionava impacto antrópico considerável. Por fim, em São João da Barra, a presença de moderada erosão, certa ausência de cobertura vegetal no leito e atividade pesqueira devem ter contribuído para o baixo resultado verificado.

No caso de Campos, o resultado 0,5 para IQSA, a baixa qualidade da água ocorre em virtude de ter sido observado, em pelo menos um ponto de coleta e por meio de observação em diversos trechos, derramamento de esgoto doméstico *in natura* no leito do rio. Contudo, o dique que corta o perímetro urbano da cidade estabiliza as margens do rio e conserva margem considerável de matas ripárias. No perímetro urbano de Campos o rio apresenta largura

pronunciada, o que associado com a correnteza existente facilita o fluxo das águas e a dispersão de possíveis poluentes domésticos e industriais.

TABELA 22
ÍNDICE DE QUALIDADE DO SISTEMA AMBIENTAL PADRONIZADO

Municípios	IQSA
Cambuci	0,4
Campos dos Goytacazes	0,5
Itaocara	0,6
São Fidélis	0,4
São João da Barra	0,4

FONTE: CALCULADO PELO AUTOR A PARTIR DOS DADOS DO PROTOCOLO

Percebe-se pela TABELA 23 homogeneidade nos índices de Qualidade de Habitação dos municípios em estudo denotando-se que a qualidade das habitações, considerando os parâmetros utilizados no indicador, pode ser considerada boa. Entretanto, deve-se ressaltar que a não presença de aglomerados subnormais (favelas) em municípios pequenos não permite estabelecer uma relação positiva direta com a boa qualidade da habitação. Todavia estes eram os parâmetros indicados e disponíveis para mensuração.

TABELA 23
ÍNDICE DE QUALIDADE DA HABITAÇÃO PADRONIZADO

Municípios	Água encanada	Banheiro e água enc.	Coleta lixo	E. Elétrica	Subnormal	Densidade	IQH
Cambuci	0,9	0,8	0,8	0,7	1,0	0,9	0,8
Campos	0,6	0,5	0,8	0,9	0,9	0,7	0,7
Itaocara	0,9	0,8	0,9	0,8	1,0	0,9	0,9
São Fidélis	0,9	0,8	0,9	0,6	1,0	0,9	0,9
São J. Barra	0,6	0,5	0,9	0,8	1,0	0,8	0,8

FONTE: CALCULADO A PARTIR DOS DADOS DO ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO (PNUD, 2003)

Dos municípios estudados, Itaocara configura-se como o melhor IQV devido a praticamente ao alto IDHM Renda 2000 e, também, ao IDHM Longevidade.

Campos, apesar do alto valor IDHM Educação, figura-se como o segundo colocado dos municípios estudados. Essa segunda colocação se deve ao seu baixo valor do seu IDHM Longevidade.

São Fidélis ocupa a terceira posição no IQV por apresentar um valor baixo para o IDHM Renda 2000 e também por um valor relativamente baixo no seu IDHM Educação.

Cambuci, apesar do valor alto em IDHM Longevidade figura-se como penúltimo colocado no IQV devido aos baixos valores de ICV, do IDHM Educação e do IDHM Renda 2000.

Por fim, São João da Barra figura-se como o município de menor IQV entre os estudados devido aos baixíssimos IDHM Educação e IDHM Renda 2000.

TABELA 24
ÍNDICE DE CONDIÇÕES DE VIDA, RENDA E QUALIDADE DE VIDA

Município	IDHM-Longevidade	IDHM-Educação	ICV	IDHM-Renda, 2000	IQV
Cambuci	0,70	0,00	0,35	0,23	0,47
Campos dos Goytacazes	0,39	1,00	0,69	0,69	0,71
Itaocara	0,70	0,64	0,67	1,00	0,85
São Fidélis	0,58	0,46	0,52	0,38	0,58
São João da Barra	0,59	0,12	0,36	0,00	0,37

FONTE: CALCULADO A PARTIR DOS DADOS DO ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO (PNUD, 2003)

Os valores altos de IRPA para os municípios de Itaocara e Cambuci se devem ao alto percentual de variação negativa da população projetada para 2025. Este resultado indica que as hipóteses utilizadas na projeção populacional não prevêm crescimento populacional nos próximos 25 anos, pelo contrário, pode-se dizer que haverá redução da pressão antrópica.

Em Campos e São Fidélis, apesar de se prever variação negativa, esta é bastante reduzida, sinalizando manutenção da pressão antrópica. Em Campos, particularmente, pode haver aumento, uma vez que deverá sofrer mais diretamente os impactos dos projetos planejados do complexo portuário do Açú, planejados e já em fase inicial no município de São João da Barra.

O município de São João da Barra se apresenta com uma variação percentual positiva bastante elevada em função da hipótese de migração da projeção populacional que prevê grande fluxo imigratório para o município, em virtude dos projetos que envolvem o complexo Portuário do Açú.

Reforça-se, entretanto, a hipótese deste crescimento transbordar para outros municípios da região, especialmente para Campos dos Goytacazes, onde se localiza uma rede de serviços mais especializada comparativamente à São João da Barra.

TABELA 25
ÍNDICE DE REDUÇÃO DE PRESSÃO ANTRÓPICA

Municípios	POP 2000	POP 2025	% VAR	IRPA
Cambuci (RJ)	14763	11877	-19,5	0,988
Campos dos Goytacazes (RJ)	387193	372846	-3,7	0,965
Itaocara (RJ)	22969	17485	-23,9	0,994
São Fidélis (RJ)	35403	34987	-1,2	0,962
São João da Barra (RJ)	23428	45065	92,4	0,827

FONTE: CALCULADO A PARTIR DOS DADOS DO ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO (PNUD, 2003)

São João da Barra aparece como último colocado do ISAM devido a baixos resultados apresentados nos indicadores temáticos: IQSA, IQV e IRPA. Deve-se levar em conta que os indicadores temáticos indicam fragilidade dos municípios nas variáveis que compõem a dimensão. Neste caso deve-se atentar para a baixa qualidade do sistema ambiental refletida na avaliação da água por meio da aplicação do protocolo de avaliação rápida. O índice de qualidade de vida refletido na longevidade, educação e renda, mas, principalmente educação que constitui a principal deficiência do município.

Cambuci apresenta-se como penúltimo colocado do ISAM apesar do elevado IRPA. Os fatores que contribuíram para essa colocação foram os valores dos indicadores IQV e o IQSA que figuraram nas penúltimas posições em relação aos outros municípios estudados.

Percebe-se que São Fidélis fica no limite da linha média que praticamente separa os municípios de alto ISAM e baixo ISAM. Entretanto, deve-se ressaltar que as dimensões de qualidade do sistema ambiental e qualidade de vida devem ser prioridade neste município, pois, são as duas dimensões que refletem condições socioambientais e deveriam ser as mais altas.

Campos detém a segunda posição no ISAM devido principalmente pelos seus segundo maiores IQV e IQSA. Neste caso, deve-se ter em mente que trata-se do município que mais recursos recebe de rendas petrolíferas e especialmente os indicadores de qualidade do sistema ambiental e qualidade de vida deveriam ser próximos da unidade.

Dentre os municípios estudados, Itaocara apresenta-se com o maior ISAM devido aos altos valores do IQSA, IQV e IRPA. O ponto de fragilidade em Itaocara é a qualidade do sistema ambiental. Ressalta-se ainda que há espaço para melhorar o indicador de qualidade de vida.

TABELA 26
SÍNTESE DOS INDICADORES E ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL MUNICIPAL

Municípios	IQSA	IQV	IRPA	ISAM
Cambuci	0,40	0,47	0,99	0,62
Campos dos Goytacazes	0,52	0,71	0,97	0,73
Itaocara	0,60	0,85	0,99	0,82
São Fidélis	0,43	0,58	0,96	0,66
São João da Barra	0,37	0,37	0,83	0,52

FONTE: CALCULADO A PARTIR DOS DADOS DO ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO (PNUD, 2003)

“Uma cidade é considerada sustentável na medida em que é capaz de evitar a degradação e manter a saúde de seu sistema ambiental, reduzir a desigualdade social, prover seus habitantes de um ambiente construído saudável, bem como construir pactos políticos e ações de cidadania que o permitam enfrentar os desafios presentes e futuros.” (ACSERALD, 1999).

Quando se observa o que se espera de uma cidade sustentável, conforme citado em Acserald (1999), estes municípios ainda têm um caminho não muito longo a percorrer. A continuar o derrame de esgotos domésticos no leito do rio, por mais que a natureza reaja, cometem-se dois pecados contra a sustentabilidade. Primeiro ataca diretamente a saúde do sistema ambiental e como não poderia deixar de ser, compromete da mesma forma, a construção de um ambiente saudável para as populações, especialmente as populações ripárias. A ausência da dimensão institucional e política no indicador sinaliza a fragilidade e o comprometimento das instituições que deveriam realizar os pactos políticos e promover ações que garantissem a cidadania dos habitantes.

Baseando-se no relatório Brundtland (1991), o protocolo Agenda 21 concluiu: “A humanidade de hoje tem habilidade de desenvolver-se de uma forma sustentável, entretanto é preciso garantir as necessidades do presente sem comprometer as habilidades das futuras gerações em encontrar suas próprias necessidades”.

É difícil falar em desafios do futuro, uma vez que o presente é negligenciado.

“O sentido de desenvolvimento deve ser o de melhorar a qualidade de vida das pessoas (desenvolvimento humano), de todas as pessoas (desenvolvimento social), das pessoas que estão vivas hoje e das pessoas que viverão no futuro (desenvolvimento sustentável).” (Juarez de Paula, 2002)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em linhas gerais, pode-se afirmar que um município é considerado apto a promover o seu desenvolvimento se tem a capacidade de manter e aperfeiçoar a saúde do seu sistema ambiental, diminuir a degradação e o impacto antrópico, reduzir a desigualdade social através da provisão equitativa de renda, prover os habitantes de condições básicas de vida como qualidade de habitação, saneamento básico através de distribuição em canalização de água potável, rede apropriada de coleta de esgotos domésticos e coleta regular e seletiva do lixo doméstico.

Através da formulação, implementação e gerenciamento de políticas públicas, os governos municipais podem planejar ações socioambientais com intuito de aliar desenvolvimento econômico e a equidade social do seu município com a preservação ambiental.

Os indicadores de qualidade ambiental construídos devem ser utilizados não apenas para avaliação comparativa da qualidade de vida e do ambiente entre as cidades na região estudada, mas, devem se constituir em ferramentas fundamentais no processo de planejamento e gestão do território. Seja este território constituído de cidades, micros, mesos ou macrorregiões eles podem indicar ou diagnosticar áreas de melhor ou pior performance relativa, apontar tendências e chamar atenção para os pontos fracos.

Ressalta-se ainda que, é necessário romper com atual modelo de crescimento econômico gerador de enormes desequilíbrios como a miséria e a degradação ambiental, que inclusive já mostra sinais de fragilidade e está prestes a entrar em colapso. Reforça-se ainda que o desenvolvimento sustentável deve incessantemente conciliar o desenvolvimento

econômico com a preservação ambiental e também promover uma distribuição maior da riqueza, ceifando assim a pobreza no mundo.

Portanto, a proteção ao ambiente deve ser parte integrante do processo de desenvolvimento. Como metas do desenvolvimento sustentável destacam-se certas prioridades: satisfação das necessidades básicas da população (educação, alimentação, renda, habitação), preservação do meio ambiente para gerações futuras através da apropriação dos recursos naturais água e oxigênio e as garantias de emprego e segurança social.

Os órgãos gestores ambientais em âmbitos federal, estadual e municipal devem promover o planejamento e a gestão dos recursos hídricos no intuito de proteger os ecossistemas aquáticos do Estado do Rio de Janeiro em particular o Rio Paraíba do Sul.

Ressalta-se que o Comitê para Integração da Bacia do Rio Paraíba do Sul (Ceivap), instituído em 1996 (Lei Federal nº. 1842 de 22 de março de 1996) que tem a finalidade de promover, no âmbito da gestão dos recursos hídricos, a viabilização técnica e econômica financeira de programas de investimentos e a consolidação de políticas de estruturação urbana e regional, objetivando o desenvolvimento sustentável da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul deve articular os órgãos gestores ambientais nas três esferas do poder (federal, estadual e municipal) para garantir que as iniciativas regionais de estudos, projetos, programas e planos de ação sejam efetivamente viabilizados em benefício de toda bacia do Rio Paraíba do Sul.

A construção dos índices de sustentabilidade ambiental municipal para o trecho inferior da Bacia do Rio Paraíba do Sul permite afirmar que nenhum dos municípios estudados apresenta padrão de desenvolvimento verdadeiramente sustentável, uma vez que todos eles apresentam valores baixos em alguns indicadores.

A gestão pública sustentável deve ser encarada de maneira sistêmica e holística, com análises e estudos que contemplem todos os atores envolvidos do processo social e que habitam determinado ecossistema.

Recomenda-se para os municípios analisados políticas públicas para melhorar o IDHM-Educação e o IDHM-Renda, principalmente Cambuci e São João da Barra cujos valores para estes índices foram muito baixos. Reforça-se ainda que São João da Barra tem urgência em planejar e colocar em prática políticas públicas de saneamento. Campos dos Goytacazes também necessita urgentemente implantar políticas de saneamento e São Fidélis políticas de melhorias da educação e da melhor distribuição de renda.

Sen (2000, p. 29) afirma que “muitas pessoas têm pouco acesso a serviços de saúde, saneamento básico ou água tratada, e passam a vida lutando contra uma morbidez desnecessária com frequência sucumbindo à morte prematura”.

Enfim, pode-se reafirmar que a região do trecho inferior da Bacia do Rio Paraíba do Sul terá o seu desenvolvimento sustentável apenas por meio de políticas públicas focalizadas na melhoria das condições de vida da população no tocante a serviços básicos de saúde e saneamento. Os recursos das rendas petrolíferas, nos municípios recebedores como Campos e São João da Barra, podem e devem ser direcionados para a implementação das políticas sociais recomendadas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSERALD, H. **Discursos da sustentabilidade urbana.** Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais. Campinas, n. 1, maio 1999.

AGOSTINHO, A. A. et al. (1999) **Patterns of colonization in neotropical reservoirs and prognoses on aging.** In: TUNDISI, J. G.; STRASKRABA, M. (Eds.) Theoretical reservoir ecology and its applications. São Carlos: International Institute of Ecology, Brazilian Academy of Sciences, Backuys Publishers. p. 227-265

ALMEIDA, Flávio Gomes. **Importância estratégica da água para o Terceiro Milênio.** Disponível em <<http://www.uff.br/geografia>> Acessado em 26 de novembro de 2006.

ANA. Brasília: Agência Nacional de Águas. 2004 disponível em: <<http://www.ana.gov.br>> . Acesso em: 11 de abril de 2007.

BALTAR, Alexandre Moreira; FREITAS, Paula; AZEVEDO, Luiz Gabriel T. **A experiência internacional.** In: THAME, Antônio Carlos de Mendes (org) et al. A Cobrança pelo uso da água – São Paulo. IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000. 256 p.

BARBIERI, José Carlos. **Desenvolvimento e meio ambiente.** Vozes, São Paulo: 1997.

BASSOI, L. J; GUAZELLI, R. M. **Controle ambiental da água.** In: PHILIPPI JR, A; ROMÉRIO, M. De A; BRUNA, G. C; Curso de gestão ambiental. Barueri, Mamole, 2004.

BASSOI, Lineu José & GUAZELLI, Milo Ricardo. **Controle ambiental da água.** In. Curso de gestão ambiental. Editores: Arlindo Phillipi Jr. et al.

BONACELLA, Paulo Henrique & MAGOSSO, Luis Roberto. **Poluição das águas.** 2 ed. São Paulo. Ed. Moderna. 2003. Coleção Desafios. 71 p.

BORGHETTI, J. R.; OSTRENSHY, A. **Problemas e Perspectivas para a pesca e para a agricultura continental no Brasil.** In. REBOUÇAS, a.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 2 ed. rev. São Paulo. ABC, IEA. Escrituras editora e distribuidora de Livros. 2002. p. 451-471

BRAGA, Tânia Moreira. **Índices de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar.** Belo Horizonte, UFMG/Cedeplar, 2003. p. 1-23

BRANCO, S. M. **A água e o homem**. In: Hidrologia Ambiental, v. 3. São Paulo: Edusp – Editora da Universidade de São Paulo, 1991.

BRANCO, Samuel Murgel. **Água: origem, uso e preservação**. 2 ed. São Paulo. Ed. Moderna. 2003. 96 p.

CALLISTO, M.; FERREIRA W.; MORENO, P.; Goulart M.; PETRUCIO, M. **Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa** (MG – RJ), Acta Limnol. Bras, 2002, 14:91-98.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo Edgard Blucher, 1980. 188 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Uso de água na agricultura e no meio rural**. Water resources, development and management service. 2000. Disponível em <<http://www.fao.org>> Acessado em 20 de novembro de 2006.

FERREIRA, Leila da Costa. **A questão ambiental: sustentabilidade e políticas públicas no Brasil**. Boitempo, São Paulo: 1998.

FRANK, B. **Gestão da bacia hidrográfica: a experiência da Bacia do Rio Itajaí**. In. Organismos de bacias hidrográficas. SEMADS / GTZ. 2002. p. 94-100

FUNDACIÓN CANAL. Madrid. Fundación Isabel I. 2003. Disponível em <<http://www.fundacioncyii.cre>> Acessado em 20 de novembro de 2006.

GARRIDO, Raimundo. **As bases para a política nacional de recursos hídricos no Brasil. Uso eficiente de recursos naturais e uma política tributária ecológica**. Salvador: Goethe – Institute (ICBA), 1998. In: THAME, Antônio Carlos de Mendes (org) et al. A Cobrança pelo uso da água – São Paulo. IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000. 256 p.

KELMAN, Jerson. **Outorga e cobrança de recursos hídricos**. Trabalho parcialmente apresentado no XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Vitória, 1997. In: THAME, Antônio Carlos de Mendes (org) et al. A Cobrança pelo uso da água – São Paulo. IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000. 256 p.

LAMONICA, Maurício Nunes. **Impactos e reestruturação da gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio São João** – Dissertação apresentada ao curso de Geografia da Universidade Federal Fluminense – Niterói/RJ, 2002.

MACRIS, Vanderlei. **A legislação estadual**. In: THAME, Antônio Carlos de Mendes (org) et al. A Cobrança pelo uso da água – São Paulo. IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000. 256 p.

MENDONÇA, José Carlos; OLIVEIRA, Vicente de Paulo Santos de; ALVAREZ, Oscar Hugo Navia, et al. **Expedição Rio Paraíba do Sul**. Campos dos Goytacazes: FENORTE, 2002. 55 p.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília, DF. 2003 Disponível em <<http://www.ana.gov.br>> Acessado em 20 de novembro de 2006.

MORAES, Danielle Serra de Lima; JORDÃO, Berenice Quinzani. **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana**. Revista Saúde Pública v. 36 nº. 3 São Paulo

Jun 2002. Departamento de Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul Campus de Corumbá, MS, Brasil e Departamento de Biologia Geral, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil.

MUÑOZ, H. **Razões para um debate sobre as interfaces da gestão dos recursos hídricos no contexto da lei de água de 1997**. Ed. Brasília: Secretaria de recursos hídricos, 2 ed. 2000.

NOVAES, W. **Que se fará com a água?** Estado de São Paulo, São Paulo, 14 mar. 2003. In: TUNDISI, José Galizia. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez** – São Carlos: RiMa, IIE, 2003. p. A2

OLIVEIRA FILHO, Alberto Terra. **Planeta água**. 2000. Disponível em <<http://www.fnucut.org.br/saneamento>> Acessado em 21 de outubro de 2006.

PAULA, J DLIS. **Passo a Passo: como atuar na promoção do desenvolvimento local e integrado e sustentável**. Barsília: Agência de Educação para o Desenvolvimento, 2002 (Coleção Fazendo Acontecer, 4)

PIELOU, E. C. **Freshwater. Chicago**. The University os Chicago Press. 1998. 275 p.

PIO, Anicia. **A água como fator crítico ao desenvolvimento sustentável**. In: THAME, Antônio Carlos de Mendes (org) et al. **A Cobrança pelo uso da água** – São Paulo. IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000. 256 p.

RAFFESTIN, Claude. **O que são recursos?** In. **Por uma geografia do poder**. 1 ed. São Paulo. Ed. Ática. 1993. Parte IV, cap. 1, p. 223 – 236. 264 p.

REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3 ed. Academia Brasileira de Ciências. Inst. De Estudos Avançados / USP. Estruturas Editora e Distribuidora de Livros Ltda. 2002. 748 p.

SEMADS. **Bacias Hidrográficas e Rios Fluminenses: síntese informativa por macrorregião ambiental**. Rio de Janeiro, 2001.

SEN, Amartya Kumar. **Desenvolvimento como liberdade**. Tradução: Laura Teixeira Mota; Revisão técnica: Ricardo Doniselli Mendes. – São Paulo: Companhia das Letras, 2000

SHIKLOMANOV, Igor A. **World water resources – A new appraisal and assessment for the 215 century**. Paris.International Hydrological Programme / ONU. 1998. 32 p.

SILVA, Gil Anderi da. **Almanaque socioambiental – 2002-2004**. Disponível em <http://www.socioambiental.org.br>. Acesso em 21 de outubro de 2006.

TUCCI, C. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2 ed. Porto Alegre, ABRH, 1997. 943 p.

TUNDISI, José Galizia. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos. RIMA, Instituto Internacional de Ecologia (IIE). 2003. 248 p.

UNESCO / IHP (UNESCO) / **International Hydrological Programme**. International Hydrological Programme IV. Cambridge. Cambridge University Press. 1998.