

UFRRJ
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS

DISSERTAÇÃO

**Análise Espacial entre Unidades de Conservação e Áreas de Captação
Pública de Água em Regiões Hidrográficas no Estado do Rio de Janeiro**

Monise Aguillar Faria de Melo

2012



**UFRRJ
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

**ANÁLISE ESPACIAL ENTRE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E
ÁREAS DE CAPTAÇÃO PÚBLICA DE ÁGUA EM REGIÕES
HIDROGRÁFICAS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

MONISE AGUILLAR FARIA DE MELO

Sob a orientação do Professor
Márcio Rocha Francelino

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em Ciências, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza.

Seropédica, RJ
Março de 2012

Ficha catalográfica

333.7
3098153 Melo, Monise Aguillar Faria
M528a de, 1985-
T Análise espacial entre
 unidades de conservação e áreas de
 captação pública de água em regiões
 hidrográficas no estado do Rio de
 Janeiro / Monise Aguillar Faria de
 Melo - 2012.
 92 f. : il.

 Orientador: Márcio Rocha
 Francelino.

 Dissertação (mestrado) -
 Universidade Federal Rural do Rio
 de Janeiro, Curso de Pós-Graduação
 em Ciências Ambientais e
 Florestais.

 Bibliografia: f. 15-20.

 1. Bacias hidrográficas -
 Administração - Rio de Janeiro
 (Estado) - Teses. 2. Bacias
 hidrográficas - Conservação - Rio
 de Janeiro (Estado) - Teses. 3.
 Água - Conservação - Teses. 4.
 Recursos hídricos - Administração -
 Teses. I. Francelino, Márcio Rocha,
 1966-. II. Universidade Federal
 Rural do Rio de Janeiro. Curso de
 Pós-Graduação em Ciências
 Ambientais e Florestais. III.
 Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

MONISE AGUILLAR FARIA DE MELO

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no curso de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de concentração em Conservação da Natureza.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 30/03/2012

Márcio Rocha Francelino. Prof. Dr. UFRRJ.
(Orientador)

Elpídio Inácio Fernandes Filho. Dr. UFV

Rachel Bardy Prado. Dr^a. Embrapa Solos.

Dedicatória

*Aos meus queridos pais Marcia
e Amilcar e à minha irmã Jéssica
por todo amor e apoio*

*Ao meu grande companheiro e
amado Adriano pela força
e compreensão*

AGRADECIMENTOS

À Deus pela força e luz para enfrentar os desafios.

À minha família por todo amor e apoio concedidos nesta fase.

Ao meu companheiro Adriano pela orientação ao longo desse estudo e conversas esclarecedoras que me impulsionaram a atingir esse momento.

Ao professor e amigo Marcio Francelino e aos amigos do Laboratório de Geoprocessamento pelo grande aprendizado que me proporcionaram e apoio no desenvolvimento desse estudo.

À Gerência de Geoprocessamento e Estudos Ambientais, da Diretoria de Informação e Monitoramento Ambiental, do Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA-RJ), assim como a Gerência de Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos, da Diretoria de Gestão das Águas e do Território pela disponibilidade de dados que foram essenciais para o acontecimento desse estudo.

À Embrapa Solos, em nome dos autores do trabalho “Um indicador de vulnerabilidade para sub-bacias hidrográficas do estado do Rio de Janeiro”, pela disponibilidade de dados que possibilitaram o desenvolvimento desse estudo.

RESUMO

MELO, Monise Aguillar Faria de. **Análise Espacial entre Unidades de Conservação e Áreas de Captação Pública de Água em Regiões Hidrográficas no Estado do Rio de Janeiro**. 2012. 92p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais, Conservação da Natureza). Instituto de Florestas, Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

A criação de unidades de conservação no país obedece a critérios ainda pouco definidos. Os serviços ambientais, inclusive os hidrológicos, podem ser melhores administrados à sociedade, quando se utiliza a bacia hidrográfica como unidade de planejamento ambiental. Quando a bacia encontra-se protegida por uma unidade de conservação, a gestão dos recursos hídricos poderá acontecer indiretamente pelo funcionamento dos seus ecossistemas. As UCPI, que têm como principal objetivo a preservação da biodiversidade, e isto inclui os recursos hídricos, podem ser um instrumento de política pública para garantia do provimento do recurso água. A criação de UCs em bacias estratégicas, onde estão inseridas captações públicas de água que abastecem a população do estado, fortaleceria a gestão de biodiversidade aliada à gestão dos recursos hídricos. Dessa forma, este estudo tem o objetivo de analisar a relação entre as unidades de conservação públicas e o provimento de serviços ambientais hidrológicos no estado do Rio de Janeiro. Para isso, foi realizada uma análise da distribuição das captações públicas de água do estado em relação as suas bacias hidrográficas, e ainda, em relação às unidades de conservação existentes, além da análise dos fatores ambientais que melhor representam a presença dessas captações nas bacias. Foi encontrado que 25,6% das microbacias do estado contêm pelo menos uma captação pública de água em seus limites, no entanto, somente 45,1% dessas microbacias encontram-se protegidas por unidades de conservação. Já em relação as captações públicas de água propriamente ditas, tem-se somente 32,6% do total inseridas em uma UC. Das 163 captações protegidas, 58,9% estão sobrepostas por unidades de conservação de uso sustentável da categoria APA, o que demonstra a importância da gestão dessa categoria no Estado. Também foi visto que as regiões do norte e nordeste do estado, as regiões do baixo e médio vale do rio Paraíba do Sul, a região rio Dois Rios e a de Itabapoana, são as mais carentes em relação a proteção das captações públicas de água que abrangem. Quanto aos fatores ambientais, tem-se que as captações públicas de água estão, em maioria, inseridas em ambientes com cobertura florestal do tipo capoeira ou de regeneração inicial, com relevo ondulado, altitude montana e orientação N-NE.

Palavras-chave: unidade de conservação, captação pública de água, fatores ambientais.

ABSTRACT

MELO, Monise Aguillar Faria de. Spatial Analysis of Protected Areas and Public Funding Areas of water in watersheds in the State of Rio de Janeiro. 2012. 92p. Dissertation (Master Science in Environmental and Forest Sciencies). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

The creation of conservation units in the country is based on criteria still poorly defined. The environmental services, including hydrological, can be better managed to the society, when the watershed is used as an environmental planning unit. When the basin is protected by a conservation unit, the management of water resources happens from the management of its ecosystems. Integral Protection Conservation Units, whose main objective is the preservation of biodiversity, and it includes water, can be an instrument of public policy to ensure the provision of water resources. The creation of protected areas in strategic basins, where there are public water catchments that supply the state's population, strengthen the management of biodiversity together with the management of water resources. Thus, this study aims to analyze the relationship between protected areas and the provision of public environmental hydrological services in the state of Rio de Janeiro. For this, an analysis of the distribution of water catchments in relation to their watersheds, and also in relation to existing conservation units in the state of Rio de Janeiro was performed. Besides, the analysis of environmental factors that best represent the presence of these water catchments in the basins. It was found that 25.6% of the watersheds contain at least one public water catchment, however, only 45.1% of these basins are protected for some conservation unit. About water catchments themselves, there is only 32.6% of the total inserted in a conservation unit. From 163 protected water catchments, 58.9% are overlapped by protected areas of a less restrictive category, called Environmental Protected Areas, which demonstrates the importance of managing this category in the state. It was also seen that the north and northeast regions in the state are the poorest in relation to protection of water catchments. Regarding environmental factors, the public water catchments are mostly inserted in environments with forest cover type poultry or initial regeneration, with wavy relief, montane altitude and N-NE direction.

Key-words: conservation units, public water catchment, environment factors.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Zonas Hidrogenéticas em bacias hidrográficas. Fonte: Valcarcel (2006).	17
Figura 2. Localização do estado do Rio de Janeiro. Fonte: Fundação CIDE (2001).....	21
Figura 3. Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. Fonte: (CERHI, 2006).....	23
Figura 4. Bacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro (Fundação CEPERJ, 2010).....	26
Figura 5. Microbacias do Estado do Rio de Janeiro (FIDALGO <i>et al.</i> , 2009).	27
Figura 6. Fluxograma da modelagem utilizada para o desenvolvimento da metodologia do estudo.....	28
Figura 7. Fluxograma da obtenção das bacias hidrográficas para cada região hidrográfica do estado do Rio de Janeiro.	29
Figura 8. Fluxograma dos tratamentos de dados das unidades de conservação do ERJ e suas regiões hidrográficas.	30
Figura 9. Fluxograma da obtenção das captações públicas de água e microbacias com captação de água em seus limites, protegidas por UCs, no ERJ e regiões hidrográficas.	31
Figura 10. Fluxograma de obtenção dos valores médios dos fatores ambientais na área de cada captação de água.	33
Figura 11. Quantidade de bacias hidrográficas e microbacias por Região Hidrográfica no ERJ.	35
Figura 12. Distribuição das UCs no Estado do Rio de Janeiro.....	39
Figura 13. 312 microbacias ocupadas parcial ou totalmente pelas 50 unidades de conservação do RJ.....	39
Figura 14. Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro divididas por grupos.	40
Figura 15. Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro divididas por jurisdição federal e estadual ..	41
Figura 16. Microbacias com uma ou mais captações públicas de água em seus limites no estado do RJ.	43
Figura 17. Microbacias com captações públicas de água protegidas por unidades de conservação.	45
Figura 18. Unidades de conservação em relação a vazão anual das captações públicas abrangidas em seus limites.	47
Figura 19. Distribuição atual das captações públicas de água nas APAs Guandu, São João e Macacu e as UCPI mais próximas.	49
Figura 20. Unidades de Conservação da RH-I.....	50
Figura 21. Microbacias ocupadas por unidades de conservação na RH-I.....	51
Figura 22. Microbacias com captação pública de água protegidas por UC na RH-I.	52
Figura 23. Unidades de Conservação da RH-II.....	53
Figura 24. Microbacias ocupadas por unidades de conservação na RH-II.....	54
Figura 25. Microbacias com captação pública de água protegidas por UC na RH-II.	54
Figura 26. Unidades de Conservação da RH-III.....	55
Figura 27. Microbacias ocupadas por unidades de conservação na RH-III.....	56
Figura 28. Microbacias com captação pública de água protegidas por UC na RH-III.	57
Figura 29. Unidades de Conservação da RH-IV.....	58
Figura 30. Microbacias ocupadas por unidades de conservação na RH-IV.	59
Figura 31. Microbacias com captação pública de água protegidas por UC na RH-IV.	59
Figura 32. Unidades de Conservação da RH-V.....	61
Figura 33. Microbacias ocupadas por unidades de conservação na RH-V.	62
Figura 34. Microbacias com captação pública de água protegidas por UC na RH-V.	63
Figura 35. Unidades de Conservação da RH-VI.....	64
Figura 36. Microbacias ocupadas por unidades de conservação na RH-VI.	65
Figura 37. Microbacias com captação pública de água protegidas por UC na RH-VI.	65
Figura 38. Unidades de Conservação da RH-VII.....	66
Figura 39. Microbacias ocupadas por unidades de conservação na RH-VII.	67
Figura 40. Microbacias com captação pública de água protegidas por UC na RH-VII.	68
Figura 41. Unidades de Conservação da RH-VIII.....	69
Figura 42. Microbacias ocupadas por unidades de conservação na RH-VIII.	70
Figura 43. Microbacias com captação pública de água protegidas por UC na RH-VIII.	70
Figura 44. Unidades de Conservação da RH-IV.....	71
Figura 45. Microbacias ocupadas por unidades de conservação na RH-IX.....	72

Figura 46. Microbacias com captação pública de água protegidas por UC na RH-IX.	72
Figura 47. Unidades de Conservação da RH-X.	73
Figura 48. Microbacias ocupadas por unidades de conservação na RH-X.	74
Figura 49. Microbacias com captação pública de água protegidas por UC na RH-X.	74
Figura 50. Relação de UCPI e UCUS por Região Hidrográfica.	75
Figura 51. Relação de UCs por instância governamental (federal e estadual) por Região Hidrográfica.	76
Figura 52. Porcentagem de microbacias protegidas por região hidrográfica.	77
Figura 53. Comparação da porcentagem de microbacias com captação pública de água protegidas com as captações públicas de água protegidas por região hidrográfica.	78
Figura 54. Dendrograma resultante da análise de agrupamento para as captações públicas de água.	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Serviços ecossistêmicos segundo categorias.	18
Tabela 2. Detalhamento das regiões hidrográficas do Rio de Janeiro de acordo com a Resolução Estadual CERHI-RJ, 18/08/2006 (Continua).....	23
Tabela 3. Bacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro (Fundação CEPERJ, 2010). (Continua).	25
Tabela 4. Bacias hidrográficas e microbacias por Região Hidrográfica no ERJ.	36
Tabela 5. Número de interseções de microbacias entre as regiões hidrográficas.	36
Tabela 6. Unidades de Conservação por RH no Estado do Rio de Janeiro.	37
Tabela 7. Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro. (Continua).	37
Tabela 8. Proteção das microbacias e das captações públicas de água por RH no ERJ.....	43
Tabela 9. Ranqueamento das Regiões Hidrográficas em relação a presença de captações públicas de água em suas microbacias.	44
Tabela 10. Unidades de Conservação com presença de captação pública de água e vazão protegida.	46
Tabela 11. Unidades de conservação da RH-I. (Continua).....	49
Tabela 12. Unidades de conservação da RH-II.	52
Tabela 13. Unidades de conservação da RH-III.	55
Tabela 14. Unidades de conservação da RH-IV.	57
Tabela 15. Unidades de conservação da RH-V.	60
Tabela 16. Unidades de conservação da RH-VI.	63
Tabela 17. Unidades de conservação da RH-VII.	66
Tabela 18. Unidades de conservação da RH-VIII.	68
Tabela 19. Unidades de conservação da RH-IX.	71
Tabela 20. Unidades de conservação da RH-X.	73
Tabela 21. Tabela comparativa da análise de unidades de conservação entre as regiões hidrográficas.	75
Tabela 22. Ranqueamento das Regiões Hidrográficas em relação a presença de captações públicas de água em suas microbacias (%).	79
Tabela 23. Classes dos fatores ambientais com maior ocorrência de captações públicas de água no Estado do Rio de Janeiro.	79
Tabela 24. Fatores ambientais das captações de água do Grupo 1.	81
Tabela 25. Fatores ambientais das captações de água do Grupo 2.	82
Tabela 26. Fatores ambientais das captações de água do Grupo 3.	82

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1. <i>Bacias Hidrográficas</i>	15
2.3. <i>Gerenciamento de bacias hidrográficas pela Biologia da Conservação</i>	16
2.2. <i>Serviços Ambientais</i>	18
2.4. <i>Unidades de Conservação</i>	19
2.5. <i>Disponibilidade Hídrica</i>	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1 <i>Caracterização da Área de Estudo</i>	21
3.1.1 <i>Localização</i>	21
3.1.2 <i>Clima</i>	21
3.1.3 <i>Relevo</i>	22
3.1.4 <i>Regiões Hidrográficas</i>	22
3.2 <i>Base cartográfica</i>	27
3.2.1. <i>Modelagem</i>	28
3.2.2 <i>Individualização das bacias hidrográficas e microbacias</i>	28
3.2.3 <i>Análise das unidades de conservação</i>	29
3.2.4 <i>Microbacias com captação pública de água protegidas por UC</i>	30
3.2.5 <i>Fatores ambientais</i>	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1 <i>Estado do Rio de Janeiro</i>	35
4.1.1 <i>Individualização das bacias hidrográficas e microbacias:</i>	35
4.2. <i>Regiões Hidrográficas</i>	49
4.2.1. <i>Análise comparativa entre as Regiões Hidrográficas</i>	75
4.3. <i>Fatores ambientais</i>	79

1 INTRODUÇÃO

A criação de unidades de conservação no país obedece a critérios ainda pouco definidos, onde as prioridades têm sido determinadas por parâmetros econômicos, culturais e políticos, em detrimento de critérios técnicos e princípios teóricos de conservação (SOULÉ & SIMBERLOFF, 1986). Por estes motivos, os corpos hídricos têm sido protegidos de forma casual, sem estratégia deliberada e proativa de convergência entre garantia dos serviços ecossistêmicos, produção de água com qualidade e regularidade e criação de unidades de conservação (LAKE, 1980; SKELTON *et al.*, 1995).

As medidas para manejo integrado dos recursos naturais renováveis, em especial solo/água/planta, devem considerar como unidades coerentes para planejamento executivo as bacias e suas respectivas microbacias hidrográficas. Nestas, a relação antrópica sobre o meio e a reação deste, se fazem sentir na manifestação dos serviços ambientais dos ecossistemas, cujo comportamento se reflete nos municípios e regiões, e conseqüentemente, em seus habitantes. Neste contexto, as medidas necessárias inerentes à produção, recuperação e preservação dos recursos naturais renováveis podem ser percebidas pela sociedade e servirem como instrumento de planejamento ambiental.

As bacias hidrográficas podem fornecer múltiplos serviços ambientais. Os associados ao fluxo hídrico, como usos diretos da água, proteção de fontes de produção de água, regulação de fluxo e controle de enchentes; os relacionados aos ciclos biogeoquímicos, como o armazenamento e fixação de carbono e armazenamento e reciclagem de nutrientes; os associados a proteção e produção biológica, como a manutenção da vida silvestre e a fertilização e formação dos solos; e os relacionados com a beleza cênica natural ou para fins turísticos, recreativos e científicos (JÍMENEZ & FAUSTINO, 2003).

Os serviços ambientais, inclusive os hidrológicos, podem ser melhores assegurados para sociedade, quando se utiliza a bacia hidrográfica como unidade de planejamento ambiental. Quando a bacia encontra-se protegida por uma unidade de conservação, a gestão dos recursos hídricos poderá acontecer indiretamente pelo funcionamento dos seus ecossistemas e a dos excedentes hídricos pela sua relação intrínseca entre os diferentes subsistemas que o compõem.

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (Lei 9.985/2000) divide as UCs brasileiras em duas categorias: as de proteção integral, que permitem o uso indireto dos recursos naturais, tendo a preservação dos ecossistemas como seu principal objetivo, e as de uso sustentável, que permitem o uso direto dos recursos, inclusive a ocupação antrópica do solo. Para a primeira estão incluídos, dentre outras, as seguintes UCs: Parques, Reservas Biológicas e Estações Ecológicas, enquanto para a segunda as Áreas de Proteção Ambiental, Reservas de Desenvolvimento Sustentável e Reservas Extrativistas, entre outras.

No Estado do Rio de Janeiro, algumas áreas de conservação foram criadas para proteger mananciais e constituir mosaicos de fragmentos florestais conectados, como o Parque Estadual dos Três Picos (Decreto Estadual N° 31.343/02 e Decreto Estadual 41.990/2009). Outras foram criadas com objetivos prioritários de proteger recursos hídricos, como a APA Macacu (Lei N°. 4.018/05) e do Guandu (Decreto Estadual N° 40.670/07). Esta tendência contemporânea evidencia uma mudança de paradigma conservacionista, incorporando visão prática e objetiva da conservação com foco nos resultados da produção de serviços ambientais.

As previsões de escassez de água para uso humano e o declínio das espécies aquáticas têm chamado a atenção de pesquisadores e gerenciadores para a conservação das águas

continentais. Diante destas previsões pessimistas, a sociedade também tem se tornado mais sensível à essa questão.

As grandes concentrações urbanas brasileiras apresentam condições críticas de sustentabilidade, devido ao excesso de cargas de poluição doméstica e industrial e à ocorrência de enchentes urbanas, que contaminam os mananciais, além de uma forte demanda de água (TUCCI, 2005), o que tem levado a uma degradação do recurso.

A escassez de água no Brasil está associada a baixas disponibilidades específicas no Nordeste e a altas densidades demográficas nas regiões Sudeste e Sul. Para estas últimas, os conflitos estão situados em áreas de grande densidade demográfica e intensa concentração industrial. Nessas regiões, a poluição dos recursos hídricos é mais grave, aumentando significativamente os custos para tratamento da água. A escassez de recursos hídricos também aumenta os custos de captação de água, pois os mananciais estão cada vez mais distantes dos centros urbanos ou é necessária a exploração de fontes alternativas (BORSOI & TORRES, 1997).

De acordo com o levantamento realizado por Borsoi & Torres (1997), o planejamento dos serviços de abastecimento de água no Rio de Janeiro levantou um consumo médio residencial em 100 litros por habitante/dia para as populações miseráveis, 180 litros por habitante/dia para as populações de baixa renda e 300 litros por habitante/dia para as populações de média e alta rendas.

A demanda crescente por água pela população humana aponta a necessidade da implantação de políticas públicas, e até mesmo seu aperfeiçoamento de forma a considerar as particularidades de cada região, que direcionem o manejo do recurso para o abastecimento.

A gestão dos recursos hídricos, nos moldes da Lei Nacional dos Recursos Hídricos (Lei 9.433, de 08.01.97), configura as forças políticas regionais capazes de arrecadar recursos com a cobrança pelo uso da água, além de promover seu uso adequado e cuidar de sua proteção. Com o advento dessa lei, o país alcança as condições básicas para entrar em nova fase de gerenciamento de seus recursos hídricos, na qual todos os usuários, as comunidades envolvidas e os governos regionais e locais decidem pelo melhor uso da água e pelos investimentos necessários, organizados em torno de suas bacias (BORSOI & TORRES, 1997).

Em adição a isto, a atualização de ferramentas para o manejo dos recursos hídricos é importante para que o processo gerencial possa se aperfeiçoar frente as novas demandas, principalmente aquelas específicas de cada região.

A justificativa desse estudo parte do princípio que as Unidades de Conservação de Proteção Integral, que têm como principal objetivo a preservação da biodiversidade, e isto inclui os recursos hídricos, podem ser um instrumento de política pública para garantia do provimento do recurso água no estado do Rio de Janeiro. A criação de UCs em bacias estratégicas, onde estão inseridas captações públicas de água que abastecem a população do estado, fortaleceria a gestão de biodiversidade aliada à gestão dos recursos hídricos no mesmo.

Dessa forma, este estudo tem o objetivo de analisar a relação espacial entre as unidades de conservação e as áreas de captação de água públicas e seus fatores ambientais no Estado do Rio de Janeiro. Para isso, foi realizada uma análise da distribuição das captações públicas de água do estado em relação as suas microbacias, e ainda, em relação às unidades de conservação existentes, além da análise dos fatores ambientais que melhor representam a presença dessas captações.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Bacias Hidrográficas

A bacia hidrográfica é uma área limitada por um divisor de águas, que a separa das bacias adjacentes e que serve de captação natural da água da precipitação através de superfícies vertentes. Por meio de uma rede de drenagem, formada por cursos d'água, ela faz convergir os escoamentos para seção de exutório, seu único ponto de saída (Borsato & Martoni, 2004).

Sobre o território definido como bacia hidrográfica é que se desenvolvem as atividades humanas. Todas as áreas urbanas, industriais, agrícolas ou de preservação fazem parte de alguma bacia hidrográfica. Pode-se dizer que, no seu exutório, estarão presentes todas as respostas do meio em relação aos processos que atuam no seu interior. O que ali ocorre é consequência das formas de ocupação do território e da utilização das águas que para ali convergem (PORTO & PORTO, 2008). Portanto, o conceito de bacia hidrográfica como unidade de planejamento ambiental permite relacionar os mecanismos de causa e efeito dentro do território (LIMA, 1986; VALCARCEL, 1988; CICCIO & ARCOVA, 1998).

Bacias hidrográficas constituem unidades hidrológicas, utilizadas como unidades de planejamento ambiental por serem sensíveis a manifestações de desequilíbrio ambiental (VALCARCEL *et al.*, 1985) a nível local e ao fato de que suas características estão intimamente relacionadas com a produção de água (RENNÓ & SOARES, 2000). Portanto, as bacias hidrográficas têm sido adotadas como unidades físicas de reconhecimento, caracterização e avaliação a fim de facilitar a abordagem sobre os recursos hídricos (VILAÇA *et al.*, 2009).

A abordagem por bacia hidrográfica tem várias vantagens apontadas por Tundisi (2003), tais como: a bacia hidrográfica é uma unidade física com fronteiras delimitadas, podendo apresentar várias escalas espaciais. É um ecossistema hidrológicamente integrado, com componentes e subsistemas interativos; oferece oportunidade para o desenvolvimento de parcerias e a resolução de conflitos; estimula a participação da população e a educação ambiental e sanitária; e garante visão sistêmica adequada para o treinamento em gerenciamento de recursos hídricos (gerentes, tomadores de decisão e técnicos).

A bacia hidrográfica como unidade de planejamento já é de aceitação mundial, uma vez que esta se constitui num sistema natural bem delimitado geograficamente, onde os fenômenos e interações podem ser integrados a priori pelo *input* e *output*, assim bacias hidrográficas podem ser tratadas como unidades geográficas, onde os recursos naturais se integram (NASCIMENTO & VILLAÇA, 2008). Além disso, constitui-se uma unidade espacial de fácil reconhecimento e caracterização, considerando que não há qualquer área de terra, por menor que seja, que não se integre a uma bacia hidrográfica e, quando o problema central é água, a solução deve estar estreitamente ligada ao seu manejo e manutenção (SANTOS, 2004).

Na abordagem tradicional a gestão dos recursos hídricos sempre foi compartilhada e não integrada. Um longo tempo foi necessário para que os limnólogos e engenheiros iniciassem sua interação na gestão das águas. No planejamento e no gerenciamento é necessário dar condições para cuidar dos mananciais e das fontes de abastecimento de água potável, tratando todo o sistema de produção de água. Segundo Tundisi (2003), deve-se considerar os seguintes processos:

- Processos conceituais – adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gerenciamento e a integração econômica e social.

- Processos tecnológicos – o uso adequado de tecnologia de proteção, conservação, recuperação e tratamento da água.
- Processos institucionais – a integração institucional em uma unidade fisiográfica, a bacia hidrográfica é fundamental.

A água é um recurso singular, pois além de servir a uma ampla gama de usos, pode ser usada como elemento indicador dos resultados produzidos pela manipulação da terra.

A qualidade de cada corpo d'água está relacionada à geologia, ao tipo de solo, ao clima, ao tipo e quantidade de cobertura vegetal e ao grau e modalidade de atividade humana dentro da bacia hidrográfica (EPA, 1988; VALENTE & CASTRO, 1981).

O deflúvio de uma bacia hidrográfica resulta de fluxos líquidos, superficiais e subsuperficiais (RESENDE *et al.*, 1995) e pode ser considerado como o produto residual do ciclo hidrológico, o qual é influenciado por três grandes grupos de fatores: clima, fisiografia e uso de solo. Desta forma, a qualidade da água de uma bacia hidrográfica depende das suas interações no sistema, tanto no plano espacial quanto temporal (SOUZA, 1996). Assim, o uso e ocupação das bacias hidrográficas refletem, em última instância, na qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas (RANZINI, 1990).

2.3. Gerenciamento de bacias hidrográficas pela Biologia da Conservação

Quando se trata de gerenciamento de bacia hidrográfica as medidas de prevenção são as melhores aliadas, sobretudo porque esse gerenciamento deve ser planejado com objetivo duradouro, isto é, de longo prazo, pois medidas preventivas são menos dispendiosas do que as corretivas. Dessa forma, medidas que buscam a proteção de áreas nas bacias hidrográficas que garantem o provimento de água podem ser tomadas, como por exemplo, através da criação de unidades de conservação.

As unidades de conservação públicas e/ou privadas encontram-se dentro destas bacias, consolidando legalmente uma política de proteção/conservação dos ecossistemas mais desenvolvidos e ajustados evolutivamente da região (VALCARCEL, 1988), podendo constituir um laboratório de campo para ensaio de propostas de quantificação dos serviços ambientais (MELO, 2007).

Apesar do histórico da biologia da conservação apresentar o desenvolvimento de estratégias de conservação com base em relações espécies-área, a comunidade científica tem sugerido uma abordagem ecológica holística, com enfoque nos ecossistemas. Isto se deve em grande parte ao reconhecimento de que, além dos recursos de valor econômico e da biodiversidade, os ecossistemas oferecem múltiplos serviços que também devem ser incluídos nos objetivos da conservação (MOULTON, 1999). Dessa forma, a proteção de bacias hidrográficas é uma forma de garantir o funcionamento desses ecossistemas como um todo.

O planejamento de conservação com base em bacias hidrográficas deve constar como um fundamento da biologia da conservação, já que a bacia hidrográfica é a unidade natural para planejar e gerenciar a conservação terrestre.

Considerando os princípios centrais da biologia da conservação, ênfase tem sido dada ao tamanho, forma e configuração das unidades de conservação (PRIMACK, 1993). No entanto, a localização de uma UC é um fator fundamental para os objetivos da conservação. Quando a proteção integral de toda a bacia hidrográfica não é possível, a posição da UC dentro da bacia é um fator que deve ser cuidadosamente examinado. Visto que, de acordo com a classificação dada por Valcarcel (1988) e Ottoni Neto (1993), sobre zoneamento hidrogenético ou hidrogeodinâmico, as bacias estão divididas em três principais zonas (figura 1), cada qual com uma função para a administração da água no sistema, quais sejam:

- i) **Zona de captação (ou recarga)** - apresenta solos profundos e permeáveis, localizados em áreas de relevo suave, onde a relação infiltração/escoamento é favorável a esta primeira variável, diante das condições de topografia, sobretudo; trata-se de áreas fundamentais para recarga de lençóis freáticos e devem ser mantidas sob vegetação nativa, pois caso contrário à função de abastecimento pode ser prejudicada pela impermeabilização decorrente da compactação dos solos pela mecanização agrícola e pisoteio do gado; o uso de agrotóxicos confere risco de contaminação direta do lençol freático. Nas diferentes bacias hidrográficas, estas áreas podem ser constituídas pelos topos de morros e chapadas.
- ii) **Zona de transmissão (ou erosão):** região imediatamente abaixo das áreas de recarga, estando em vertentes com declividade acentuada e comprimentos de rampa com alta competência erosiva, principalmente se submetidas a usos impróprios. São áreas onde o escoamento superficial tende a predominar sobre o processo de infiltração. Por isso ocorre o carreamento de sedimentos para os cursos d'água e reservatórios, podendo causar assoreamentos e elevação da turbidez das águas superficiais. Nas mesmas é possível desenvolver atividades produtivas, todavia, com a adoção de medidas de conservação que favoreçam o processo de infiltração, como o seccionamento dos comprimentos de rampa através de faixas de vegetação e terraços, bem como manejo e usos que evitem a compactação do solo.
- iii) **Zona de afloramento (ou sedimentação, várzeas):** são as planícies fluviais, de inundação, onde os processos de sedimentação por deposição ocorrem e onde o lençol freático está próximo à superfície, aflorando frequentemente. Essa última característica pode inviabilizar a instalação de infraestruturas e residências, bem como a utilização agropecuária no período de chuvas, mas via de regra apresenta alta aptidão para o uso agropecuário e agricultura familiar.

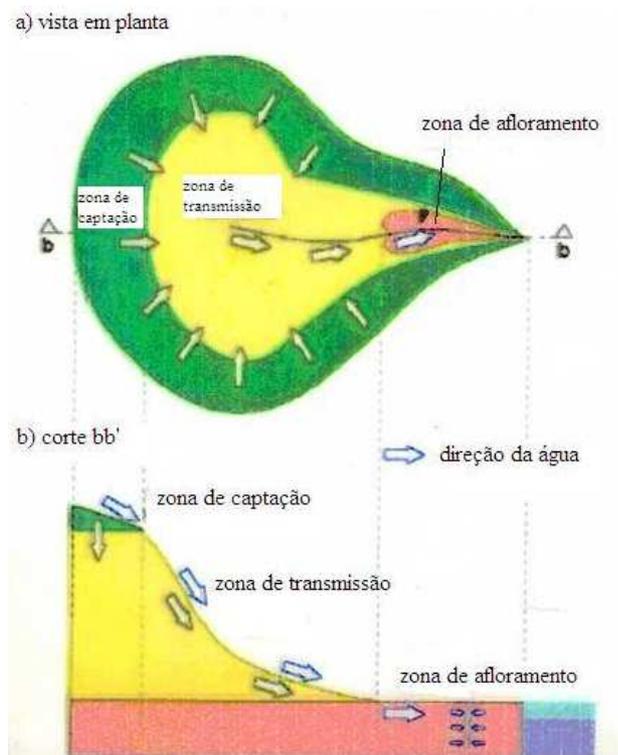


Figura 1. Zonas Hidrogenéticas em bacias hidrográficas. Fonte: Valcarcel (2006).

2.2. Serviços Ambientais

A ocupação humana geralmente tende a ocorrer nas planícies férteis, próximas à costa, então em menor escala nas mais altas e de relevo menos favorável às suas atividades (MOULTON & SOUZA, 2006). Nestas regiões altas e montanhosas, onde a pressão demográfica e os interesses econômicos sobre o uso do solo são menores, encontram-se os ecossistemas mais bem preservados do planeta. É justamente nestas áreas que se encontra a maioria das unidades de conservação (WORLD CONSERVATION MONITORING CENTRE, 1992). Além da preservação destas importantes reservas de biodiversidade, a sua conservação é estrategicamente interessante para a garantia da oferta de serviços ecossistêmicos, incluindo, a preservação da água para o consumo humano.

Segundo Daily (1997), serviços ecossistêmicos são os serviços prestados pelos ecossistemas naturais e as espécies que os compõem, na sustentação e preenchimento das condições para a permanência da vida humana na Terra, como:

- purificação do ar e da água;
- mitigação de secas e inundações;
- geração e conservação de solos e de renovação de sua fertilidade;
- desintoxicação e decomposição de resíduos;
- polinização das culturas e da vegetação natural;
- dispersão de sementes;
- ciclagem de nutrientes;
- controle da maioria das potenciais pragas agrícolas;
- manutenção da biodiversidade;
- proteção de áreas costeiras da erosão causada pelas ondas;
- proteção contra os raios solares ultravioleta prejudiciais;
- estabilização parcial do clima;
- moderação dos extremos climáticos e seus impactos; e
- prestação de beleza estética e estímulo intelectual para o espírito humano.

A existência desses serviços depende, diretamente, de conservação e preservação ambiental, bem como de práticas que minimizem os impactos das ações humanas sobre o ambiente (ISA, 2009). Daí tem-se o conceito de serviços ambientais, que são todas as práticas adotadas para manutenção dos serviços ecossistêmicos (JOANÓPOLIS, 2008).

Segundo a taxonomia da Avaliação do Milênio (MEA, 2003), os serviços ecossistêmicos podem ser classificados em quatro categorias, a saber: i. serviços de provisão (ou serviços de abastecimento); ii. serviços de regulação; iii. serviços culturais; e iv. serviços de suporte (Tabela 1).

Tabela 1. Serviços ecossistêmicos segundo categorias.

Categorias	Serviços ecossistêmicos
Provisão (abastecimento)	Alimentos, água, madeira para combustível, fibras, bioquímicos, recursos genéticos.
Regulação	Regulação climática, regulação de doenças, regulação biológica, regulação e purificação de água, regulação de danos naturais, polinização.
Culturais	Ecoturismo e recreação, espiritual e religioso, estético e inspiração, educacional, senso de localização, herança cultural.
Suporte	Formação de solo, produção de oxigênio, ciclagem de nutrientes, produção primária

Fonte: MEA (2003)

Os serviços ambientais de caráter hidrológico envolvem funções dos ecossistemas relacionadas com os fluxos hídricos e são mais perceptíveis no balanço hídrico das microbacias.

As microbacias são definidas como áreas fisiográficas drenadas por um curso d'água ou para um sistema de cursos d'água conectados e que convergem, direta ou indiretamente, para um leito ou para um espelho d'água, constituindo uma unidade ideal para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais do meio ambiente por ele definido (BRASIL, 1986 *apud* HEIN, 2000). E ainda, MOSCA (2003) considera a microbacia como a menor unidade do ecossistema onde pode ser observada a delicada relação de interdependência entre os fatores bióticos e abióticos, sendo que perturbações podem comprometer a dinâmica de seu funcionamento.

Os serviços ambientais relacionados aos fluxos hídricos são eles: a) proteção do solo contra impacto da gota de chuva, b) redução da suscetibilidade aos processos erosivos; c) aumento da infiltração; d) aumento da interceptação horizontal e vertical (chuva oculta); e) redução de cheias; e f) controle de deslizamentos. Todos afetam qualidade e quantidade de água nas microbacias (VALCARCEL, 1985; GENZ, 1996; SCHWARTZ *et al.*, 2000; KATILA & PUUSTJARVI, 2004; BADOLA & HUSSAIN, 2005).

Na Mata Atlântica, os ecossistemas apresentam marcado efeito orográfico, sendo os serviços ambientais hidrológicos relacionáveis às capacidades das bacias hidrográficas em receber e administrar a água das chuvas (MELO, 2007).

2.4. Unidades de Conservação

A localização de uma UC em uma bacia hidrográfica deve levar em consideração as principais funções exercidas pela bacia, que garantam o provimento de água e a manutenção de zonas responsáveis por este serviço.

A categoria da UC a ser criada também deve ser levada em conta, independentemente de sua instância governamental (federal, estadual ou municipal), já que cada categoria apresenta diferentes objetivos, podendo interferir nos resultados da conservação pretendidos.

É importante enfatizar que a simples criação de uma UC não garante a proteção do ecossistema e/ou dos mananciais hídricos como um todo. É preciso que seja feita a gestão da área protegida, através do planejamento e execução de ações que garantam o cumprimento dos objetivos gerais da referida UC, que sempre estarão relacionados a preservação dos ecossistemas e/ou a compatibilidade dos mesmos com o uso humano sustentável e dos objetivos específicos, que nesse caso, estariam relacionados a gestão dos recursos hídricos. Para isso, é necessário um investimento básico, pelo menos, para o funcionamento da UC, considerando infraestrutura, equipamentos e pessoal especializado.

A criação de Unidades de Conservação (UC) tem sido uma estratégia adotada por muitos países como forma de garantir o acesso, das gerações atuais e futuras, aos bens naturais. Tal estratégia tem se mostrado cada vez mais eficaz.

Desde a criação das primeiras UCs, os critérios para fixá-las estavam baseados apenas na conservação da natureza, pela preservação de belezas cênicas, ambientes bucólicos e espaços recreacionais para desfrute das gerações atuais e futuras, e desde então evoluíram consideravelmente. Atualmente, há uma concepção de proteção da flora, fauna e de recursos hídricos, manejo de recursos naturais, desenvolvimento de pesquisas científicas, manutenção do equilíbrio climático e ecológico e preservação de recursos genéticos, representando um importante instrumento para a sobrevivência de muitas espécies, inclusive a humana (IBAMA, 2004).

A proteção dos recursos hídricos como critério para criação de unidades de conservação tem cada vez mais ganhado importância frente aos dados encontrados para o Brasil e, mais especificamente para o Estado do Rio de Janeiro.

2.5. Disponibilidade Hídrica

A água, um recurso indispensável para a sobrevivência de todas as espécies, exerce influência decisiva na qualidade de vida das populações. Contudo, o modo como são utilizados e gerenciados os recursos hídricos tem levado a um nível de degradação ambiental e a um risco de escassez de água que comprometem a qualidade de vida das gerações futuras (FERREIRA & CUNHA, 2005).

O Brasil possui 8% da água disponível no mundo, cerca de 6 mil km³/ano, com disponibilidade hídrica per capita de 37 mil m³/hab.ano. Porém, 73% da água doce disponível está na bacia amazônica, onde se concentra apenas 4% da população brasileira (SETTI *et al.* 2000).

Demanboro & Mariotoni (2001) analisaram que apesar de ser um país privilegiado em termos de disponibilidade hídrica global, a concentração da população brasileira em conglomerados urbanos vem gerando pressões crescentes sobre os recursos hídricos. De acordo com os mesmos autores, o Rio de Janeiro está entre as sete metrópoles do país com a situação mais crítica de disponibilidade hídrica, juntamente com São Paulo, Campinas, Belo Horizonte, Recife, Fortaleza e Brasília.

O potencial hídrico do Estado do Rio de Janeiro é de 30 km³/ano, o que resulta em disponibilidade per capita de 2,2 mil m³/ano (SETTI *et al.* 2000). Esta disponibilidade hídrica é suficiente para atender às demandas atuais de consumo, mas está próxima a uma potencial escassez, e coloca o Estado em sétimo lugar entre os de menor disponibilidade no país (CARVALHO & FRANCISCO, 2004). Estima-se que as demandas para usos preponderantes (abastecimento público, irrigação e uso industrial) estejam na faixa de 10% da disponibilidade (SANTOS, 2001), o que indica que investimentos significativos serão necessários no futuro.

De acordo com Carvalho & Francisco (2004), a potencial situação de escassez hídrica do Estado, segundo critérios adotados internacionalmente, agravada pela poluição do seu principal manancial, o Rio Paraíba do Sul, faz com que as pequenas e médias bacias hidrográficas, cujas nascentes se encontram no Estado, tornem-se opções de abastecimento para as cidades médias, como, por exemplo, já acontece com as bacias de Cachoeiras de Macacu e São João, que juntas abastecem cerca de 14% da população fluminense.

As captações públicas de água são pontos de retirada de água para abastecimento público e outros fins (INEA, 2011). Compreende a primeira unidade do sistema de abastecimento, que se classifica em: superficial, subterrânea, poço profundo e poço raso (FioCruz, 2010), para exercício de atividades de órgãos dos Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário, ou autarquias e fundações vinculadas aos poderes públicos (SABESP, 2011).

Diante da problemática da água apresentada para o Estado do Rio de Janeiro, juntamente com a necessidade de se utilizar critérios para criação de UCs que estejam de acordo com a realidade regional, este estudo pretende apontar a biologia da conservação como ferramenta para gestão dos recursos hídricos no Estado. Na prática, isto estaria representado pela proteção das microbacias com captações públicas de água, que garantem o abastecimento da população, por unidades de conservação. Para isso, existe a necessidade de um diagnóstico prévio que apontará a situação atual do estado em relação à transversalidade dos temas microbacias, captações públicas de água e UCs.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da Área de Estudo

3.1.1 Localização

Este estudo foi realizado no estado do Rio de Janeiro (Figura 2), cuja área é de 43.696,04 km², compreendido entre as latitudes 20° 45' 56" S - 23° 22' 08" S e longitudes 40° 57' 23" W - 44° 53' 19" W (CPRM, 2001).

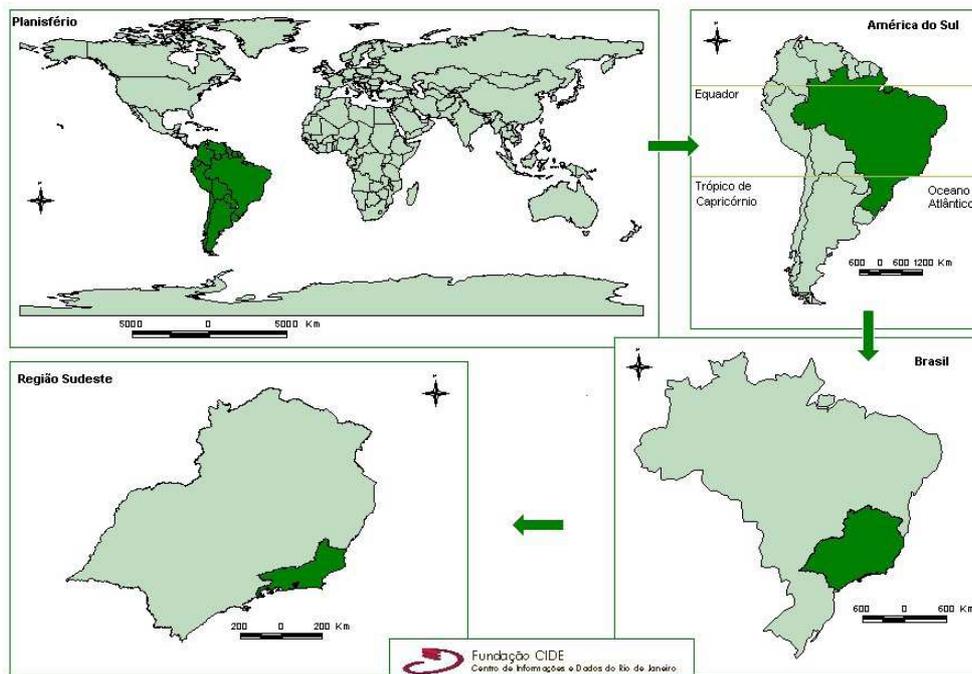


Figura 2. Localização do estado do Rio de Janeiro. Fonte: Fundação CIDE (2001).

3.1.2 Clima

O estado do Rio de Janeiro, situado na região sudeste do Brasil às margens do Oceano Atlântico, entre o Equador e o Tropicó de Capricórnio, tem o seu clima definido como tipicamente tropical, porém, em função de sua topografia, que apresenta regiões de baixadas e regiões montanhosas, alguns tipos climáticos diferentes são encontrados (MATTOS, 2006).

Os tipos climáticos Aw, Am, Af, Cfa, Cfb, Cwb e Cwa, segundo a classificação de Köppen, são observados no estado do Rio de Janeiro. O Aw, tropical semi-úmido, com chuvas de verão e invernos secos, ocorre na porção ocidental da baixada, enquanto o Am prevalece nas proximidades dos maciços e encostas baixas do município da capital, por efeito das chuvas orográficas. A temperatura média anual registra 24°C e a pluviosidade 1.250mm anuais. O clima Af, tropical úmido, com chuvas bem distribuídas no decorrer do ano, ocorre na porção mais rebaixada da escarpa do planalto (Serra do Mar), onde as chuvas de relevo determinam uma elevação de pluviosidade para 2.500mm anuais. O clima Cfa, tropical de altitude, com verões quentes e chuvas bem distribuídas, corresponde a porções elevadas da escarpa, onde a altitude provoca queda das temperaturas médias anuais para 20°C. O tipo Cfb corresponde a porções mais elevadas onde os verões já se fazem frios e a temperatura média anual cai para 18°C.

Os climas Cwb e Cwa ocorrem no reverso da Serra do Mar, isto é, no dorso do planalto, em áreas onde desaparecem as chuvas de relevo e a pluviosidade se restringe aos períodos de verão, caindo para 1.500mm. O clima Cwb domina as porções mais elevadas do planalto, situadas junto a Serra do Mar, o que determina a ocorrência de verões frios, e o clima Cwa, nas partes mais rebaixadas do planalto, vale do rio Paraíba do Sul, onde os verões se fazem quentes, subindo as médias anuais para 20° C. Uma anormalidade nesse quadro ocorre no litoral de Cabo Frio, onde o menor volume de chuvas favorece a extração de sal na lagoa de Araruama.

3.1.3 Relevo

O estado do Rio de Janeiro apresenta um relevo bastante acidentado. No sentido sudoeste nordeste, de maneira aproximada, sucedem-se em faixas estreitas os três componentes principais do quadro morfológico do estado: as baixadas, os maciços litorâneos e o planalto (CPRM, 2001).

As baixadas litorâneas são planas, apenas entalhadas pelos rios, e mais para o interior dão lugar a morros argilosos, onde as rochas do cristalino se acham profundamente decompostas. Os maciços litorâneos estendem-se desde Cabo Frio até a porção oriental da baía de Guanabara em meio à Baixada Fluminense, formando um alinhamento com 200 a 500m de altitude. O planalto ocupa a maior parte do território e seu rebordo oriental é formado pela serra do Mar, que atravessa o estado do Rio de Janeiro acompanhando o seu litoral. Inicia-se ao norte do estado de Santa Catarina e se estende por mais de 1.000km até o norte do estado do Rio de Janeiro (CPRM, 2001).

3.1.4 Regiões Hidrográficas

O território do Rio de Janeiro, para fins de gestão de recursos hídricos, está dividido em dez Regiões Hidrográficas (RH) (Figura 3), de acordo com o Art. 1º da Resolução Estadual CERHI-RJ Nº 18 de 08 de novembro de 2006. Na Tabela 2, encontra-se o detalhamento de cada uma quanto aos municípios abrangidos (total ou parcialmente) e bacias abrangidas.

Como divisão das RH, estão 98 bacias hidrográficas (Tabela 3 e Figura 4) de acordo com a Fundação CEPERJ, e 883 microbacias de acordo com Fidalgo *et al.* (2009) (Figura 5). Essas últimas não foram denominadas, mas sim identificadas por um número, o identificador, que varia de 1 a 883.

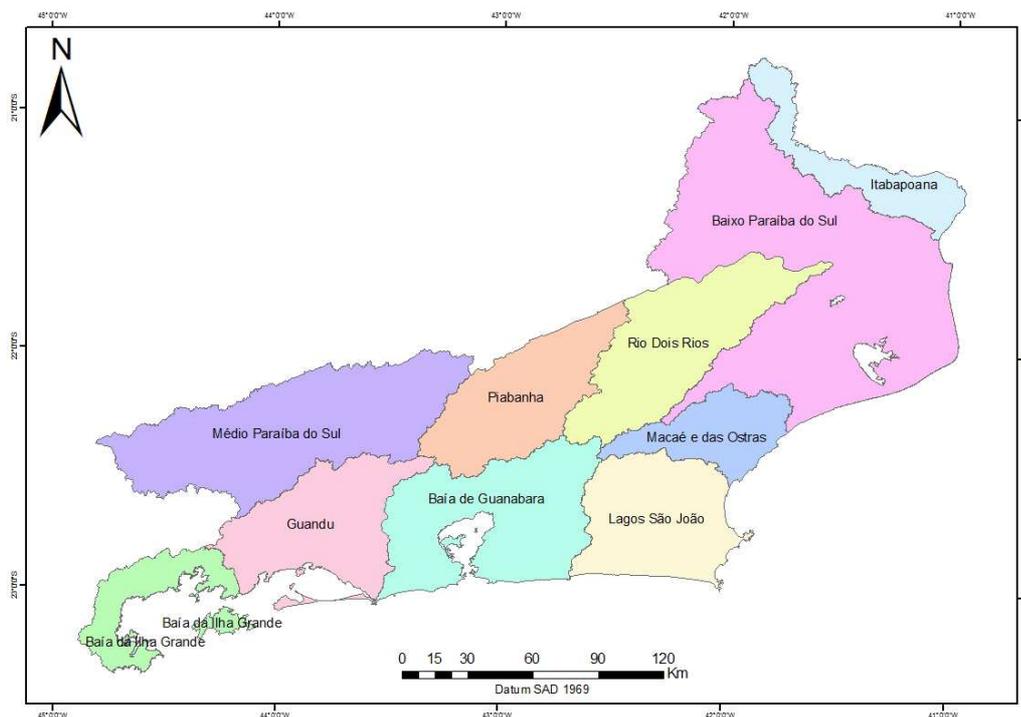


Figura 3. Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. Fonte: (CERHI, 2006).

Tabela 2. Detalhamento das regiões hidrográficas do Rio de Janeiro de acordo com a Resolução Estadual CERHI-RJ, 18/08/2006. (Continua).

REGIÕES HIDROGRÁFICAS	MUNICÍPIOS ABRANGIDOS	BACIAS ABRANGIDAS
RH – I: Baía da Ilha Grande	Total: Parati e Angra dos Reis.	Bacias Contribuintes à Baía de Parati, Bacia do Mambucaba, Bacias Contribuintes à Enseada de Bracuí, Bacia do Bracuí, Bacias Contribuintes à Baía da Ribeira, Bacias da Ilha Grande.
RH – II: Guandu	Total: Mangaratiba, Itaguaí, Seropédica, Queimados, Engenheiro Paulo de Frontin, Japeri e Paracambi; Parcialmente: Miguel Pereira, Vassouras, Barra do Piraí, Mendes, Nova Iguaçu, Piraí, Rio Claro e Rio de Janeiro.	Bacia do Santana, Bacia do São Pedro, Bacia do Macaco, Bacia do Ribeirão das Lajes, Bacia do Guandu (Canal São Francisco), Bacia do Rio da Guarda, Bacias Contribuintes à Represa de Ribeirão das Lajes, Bacia do Canal do Guandu, Bacias Contribuintes ao Litoral de Mangaratiba e de Itacurussá, Bacia do Mazomba, Bacia do Piraquê ou Cabuçu, Bacia do Canal do Itá, Bacia do Ponto, Bacia do Portinho, Bacias da Restinga de Marambaia, Bacia do Piraí.
RH – III: Médio Paraíba do Sul	Total: Itatiaia, Resende, Porto Real, Quatis, Barra Mansa, Volta Redonda, Pinheral, Valença, Rio das Flores e Comendador Levy Gasparian; Parcialmente: Rio Claro, Piraí, Barra do Piraí, Vassouras, Miguel Pereira, Paty do Alferes, Paraíba do Sul, Três Rios e Mendes.	Bacia do Preto, Bacias do Curso Médio Superior do Paraíba do Sul.

Tabela 2. Continuação.

REGIÕES HIDROGRÁFICAS	MUNICÍPIOS ABRANGIDOS	BACIAS ABRANGIDAS
RH – V: Baía de Guanabara	Total: Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Tanguá, Guapimirim, Nilópolis, Duque de Caxias, Belford Roxo, Mesquita, São João de Meriti e Magé; Parcialmente: Maricá, Rio Bonito, Cachoeiras de Macacu, Petrópolis, Nova Iguaçu e Rio de Janeiro.	Bacias Contribuintes às Lagunas de Itaipu e Piratininga, Bacia do Guaxindiba-Alcântara, Bacia do Caceribu, Bacia do Guapimirim-Macacu, Bacia do Roncador ou Santo Aleixo, Bacia do Iriri, Bacia do Suruí, Bacia do Estrela, Inhomirim, Saracuruna, Bacias Contribuintes à Praia de Mauá, Bacia do Iguaçu, Bacia do Pavuna-Meriti, Bacias da Ilha do Governador, Bacia do Irajá, Bacia do Faria-Timbó, Bacias Drenantes da Vertente Norte da Serra da Carioca, Bacias Drenantes da Vertente Sul da Serra da Carioca, Bacias Contribuintes à Praia de São Conrado, Bacias Contribuintes ao Complexo Lagunar de Jacarepaguá.
RH – VI: Lagos São João	Total: Silva Jardim, Araruama, Cabo Frio, Armação de Búzios, Saquarema, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia e Arraial do Cabo; Parcialmente: Rio Bonito, Cachoeiras de Macacu, Casimiro de Abreu e Maricá.	Bacia do São João, Bacia do Una, Bacias Contribuintes ao Complexo Lagunar de Saquarema Jaconé e Araruama, Bacias do Litoral de Búzios.
RH – VII: Dois Rios	Total: Bom Jardim, Duas Barras, Cordeiro, Macuco, Cantagalo, Itaocara e São Sebastião do Alto; Parcialmente: Nova Friburgo, Trajano de Moraes, Santa Maria Madalena e São Fidélis.	Bacia do Rio Negro e Dois Rios, Córrego do Tanque e Adjacentes, Bacia da Margem Direita do Médio Inferior do Paraíba do Sul.
RH – VIII: Macaé e das Ostras	Total: Rio das Ostras; Parcialmente: Nova Friburgo, Casimiro de Abreu e Macaé.	Bacia do Jundiá, Bacia do Macaé e Bacia do Imboacica.
RH – IX: Baixo Paraíba do Sul	Total: Quissamã, Natividade, São João da Barra, Cambuci, Itaperuna, São José de Ubá, Italva, Santo Antônio de Pádua, Cardoso Moreira, Aperibé, Miracema e Laje do Muriaé; Parcialmente: Trajano de Moraes, Conceição de Macabu, Macaé, Carapebus, Varre-Sai, São Francisco do Itabapoana, Campos dos Goytacazes, São Fidélis, Porciúncula e Santa Maria Madalena.	Bacia do Muriaé, Bacia do Pomba, Bacia do Pirapetinga, Bacia do Córrego do Novato e Adjacentes, Pequenas Bacias da Margem Esquerda do Baixo Paraíba do Sul, Bacia do Jacaré, Bacia do Campelo, Bacia do Cacimbas, Bacia do Muritiba, Bacia do Coutinho, Bacia do Grussaí, Bacia do Iquipari, Bacia do Açu, Bacia do Pau Fincado, Bacia do Nicolau, Bacia do Preto, Bacia do Preto Ururaí, Bacia do Pernambuco, Bacia do Imbé, Bacia do Córrego do Imbé, Bacia do Prata, Bacia do Macabu, Bacia do São Miguel, Bacia do Arrozal, Bacia da Ribeira, Bacia do Carapebus.
RH – X: Itabapoana	Total: Bom Jesus do Itabapoana; Parcialmente: Porciúncula, Campos dos Goytacazes, Varre-Sai, São Francisco de Itabapoana.	Bacia do Itabapoana, Bacia do Guaxindiba, Bacia do Buena, Bacia do Baixa do Arroz, Bacia do Guriri.

Tabela 3. Bacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro (Fundação CEPERJ, 2010). (Continua).

1	Bacia do Acarás	50	Bacia do Piabanha
2	Bacia do Açú	51	Bacia do Piraí
3	Bacia do Arrozal	52	Bacia do Pirapetinga
4	Bacia do Baixa do Arroz	53	Bacia do Piraquê ou Cabuçu
5	Bacia do Bracuí	54	Bacia do Pomba
6	Bacia do Buena	55	Bacia do Ponto
7	Bacia do Caceribu	56	Bacia do Portinho
8	Bacia do Cacimbas	57	Bacia do Prata
9	Bacia do Campelo	58	Bacia do Preto
10	Bacia do Canal do Guandu	59	Bacia do Preto 2
11	Bacia do Canal do Itá	60	Bacia do Preto Ururá
12	Bacia do Carapebus	61	Bacia do Ribeira
13	Bacia do Colégio e do Valão Vargem Grande	62	Bacia do Ribeirão das Lajes
14	Bacia do Complexo Deltaico do Paraíba do Sul 1	63	Bacia do Rio da Guarda
15	Bacia do Complexo Deltaico do Paraíba do Sul 2	64	Bacia do Roncador ou Santo Aleixo
16	Bacia do Complexo Deltaico do Paraíba do Sul 3	65	Bacia do Santana
17	Bacia do Córrego do Imbé	66	Bacia do São Domingos
18	Bacia do Córrego do Novato e Adjacentes	67	Bacia do São João
19	Bacia do Córrego do Tanque e Adjacentes	68	Bacia do São Miguel
20	Bacia do Coutinho	69	Bacia do São Pedro
21	Bacia do Estrela, Inhomirim,, Saracuruna	70	Bacia do Suruí
22	Bacia do Faria-Timbó	71	Bacia do Una
23	Bacia do Grande, Negro e Dois Rios	72	Bacias Contribuintes à Baía da Ribeira
24	Bacia do Grussaí	73	Bacias Contribuintes à Baía de Parati
25	Bacia do Guandu (Canal de São Francisco)	74	Bacias Contribuintes à Enseada de Bracuí
26	Bacia do Guapimirim-Macacu	75	Bacias Contribuintes à Lagoa de Araruama
27	Bacia do Guaxindiba	76	Bacias Contribuintes à Praia de Mauá
28	Bacia do Guaxindiba-Alcântara	77	Bacias Contribuintes à Praia de São Conrado
29	Bacia do Guriri	78	Bacias Contribuintes à Represa de Ribeirão das Lajes
30	Bacia do Iguaçú	79	Bacias Contribuintes ao Complexo Lagunar de Jacrepaguá
31	Bacia do Imbé	80	Bacias Contribuintes ao Complexo Lagunar de Maricá
32	Bacia do Imboacica	81	Bacias Contribuintes ao Complexo Lagunar de Saquarema
33	Bacia do Iquipari	82	Bacias Contribuintes às Lagoas de Itaipu e Piratininga
34	Bacia do Irajá	83	Bacias Contribuintes do Litoral de Mangaratiba e de Itacurussá
35	Bacia do Iriri	84	Bacias da Ilha do Governador
36	Bacia do Itabapoana	85	Bacias da Ilha Grande
37	Bacia do Jacaré	86	Bacias da Restinga da Marambaia

Tabela 3. Continuação.

38	Bacia do Jundiá	87	Bacias do Curso Médio Inferior do Paraíba do Sul
39	Bacia do Macabu	88	Bacias do Curso Médio Superior do Paraíba do Sul
40	Bacia do Macaco	89	Bacias do Litoral de Búzios
41	Bacia do Macaé	90	Bacias Drenantes da Vertente Norte da Serra da Carioca
42	Bacia do Mambucaba	91	Bacias Drenantes da Vertente Sul da Serra da Carioca
43	Bacia do Mazomba	92	Microbacias de Ilhas Marítimas
44	Bacia do Muriaé	93	Microbacias de Ilhas Marítimas 1
45	Bacia do Muritiba	94	Microbacias de Ilhas Marítimas 2
46	Bacia do Nicolau	95	Microbacias de Ilhas Marítimas 3
47	Bacia do Pau Fincado	96	Microbacias de Ilhas Marítimas 4
48	Bacia do Pavuna-Meriti	97	Pequenas Bacias da Margem Direita do Baixo Paraíba do Sul
49	Bacia do Pernambuco	98	Pequenas Bacias da Margem Esquerda do Baixo Paraíba do Sul

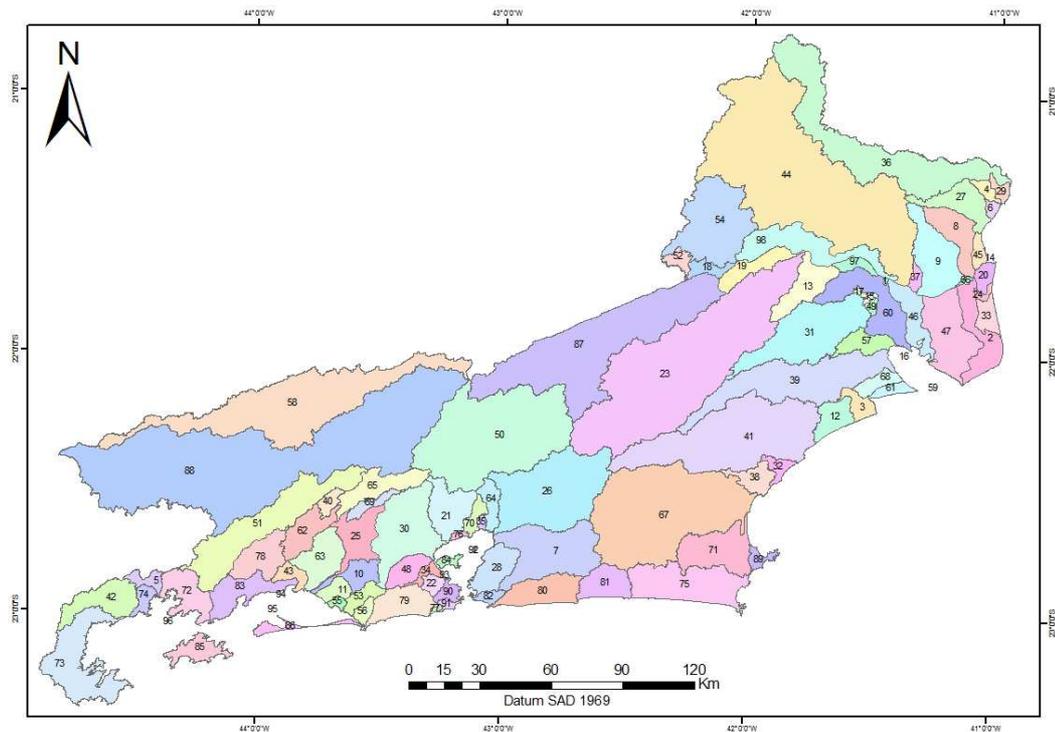


Figura 4. Bacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro (Fundação CEPERJ, 2010).

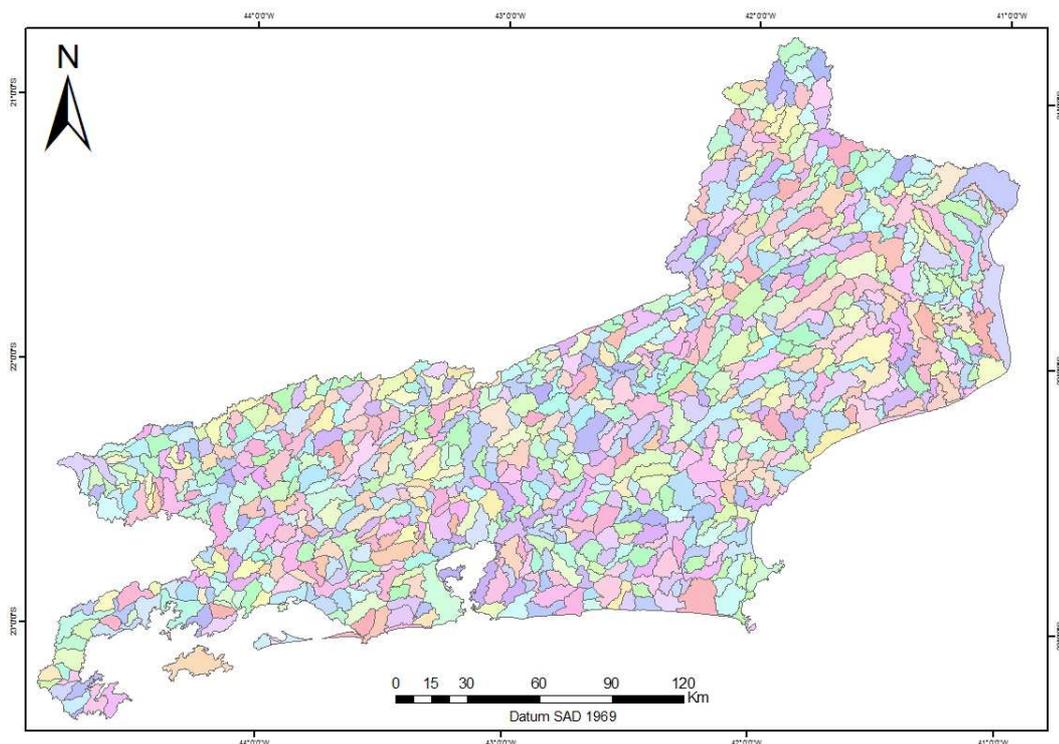


Figura 5. Microbacias do Estado do Rio de Janeiro (FIDALGO *et al.*, 2009).

3.2 Base cartográfica

Nesse estudo foi utilizada a seguinte base cartográfica:

- **Mapa das regiões hidrográficas do Rio de Janeiro**, disponibilizado pela Diretoria de Gestão de Águas e Território do Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (DIGAT/ INEA-RJ), na escala de 1:500.000, em dezembro de 2010;
- **Mapa das unidades de conservação do Rio de Janeiro**, disponibilizado pela Gerência de Geoprocessamento e Estudos Ambientais da Diretoria de Informação e Monitoramento Ambiental do Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (GEOPEA/DIMAM/ INEA-RJ), na escala de 1:50.000, em dezembro de 2010;
- **Mapa das bacias hidrográficas do estado do Rio de Janeiro**, adquirido pela Fundação CEPERJ, na escala 1:450.000, em dezembro de 2010;
- **Mapa das microbacias do estado do Rio de Janeiro**, disponibilizado por Fidalgo *et al.* (2009), na escala de 1:50.000;
- **Captações públicas de água do estado do Rio de Janeiro**, disponibilizado pela Diretoria de Gestão de Águas e Territórios do INEA (DIGAT/ INEA) em planilha do programa *Microsoft Excell* em janeiro de 2011. Dentre esses dados, constavam para cada captação pública: coordenadas geográficas, município pertencente, corpo hídrico originário da captação e dados de vazão. Estes foram importados para o programa ArcGis 10.

Todo o material, incluindo seus temas e respectivos dados, foi disponibilizado no *datum* SAD 69 e em sistema de coordenadas geográficas. Estes foram analisados pelo programa ArcGis 10.

3.2.1. Modelagem

Para melhor entendimento da metodologia utilizada no estudo, segue na Figura 6, o fluxograma explicativo do passo-a-passo utilizado para seu desenvolvimento. Cada etapa está detalhada nos subitens 2.2.2 ao 2.2.5.

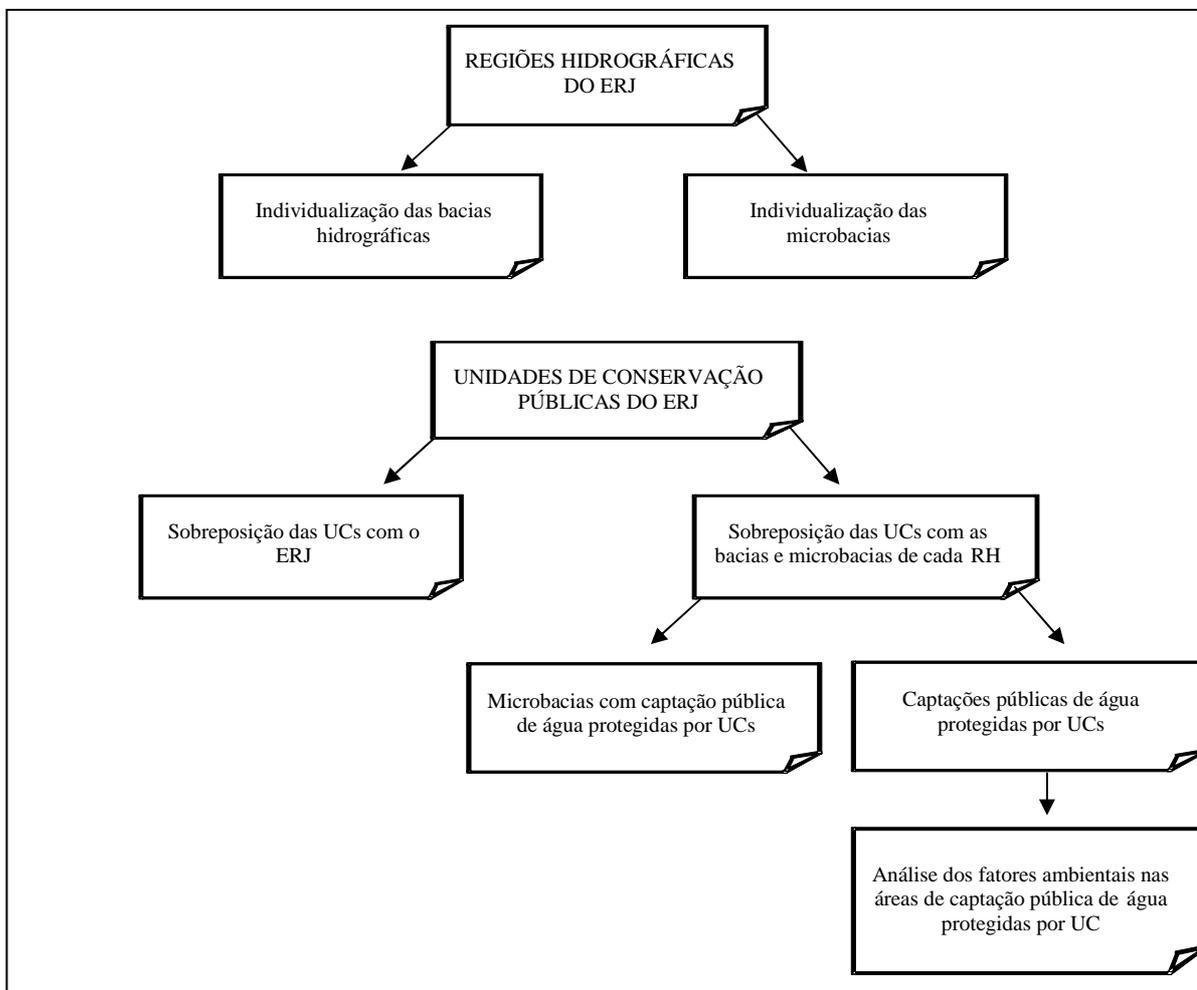


Figura 6. Fluxograma da modelagem utilizada para o desenvolvimento da metodologia do estudo.

3.2.2 Individualização das bacias hidrográficas e microbacias

A partir do material cartográfico disponibilizado pelo INEA (2010), apresentando as dez regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro, foram criados através do programa ArcGis 10, dois temas para cada uma das dez regiões, totalizando 20 temas diferentes. Um tema corresponde as bacias hidrográficas que compõem cada região e o outro, as microbacias. O método utilizado está esquematizado na Figura 7.

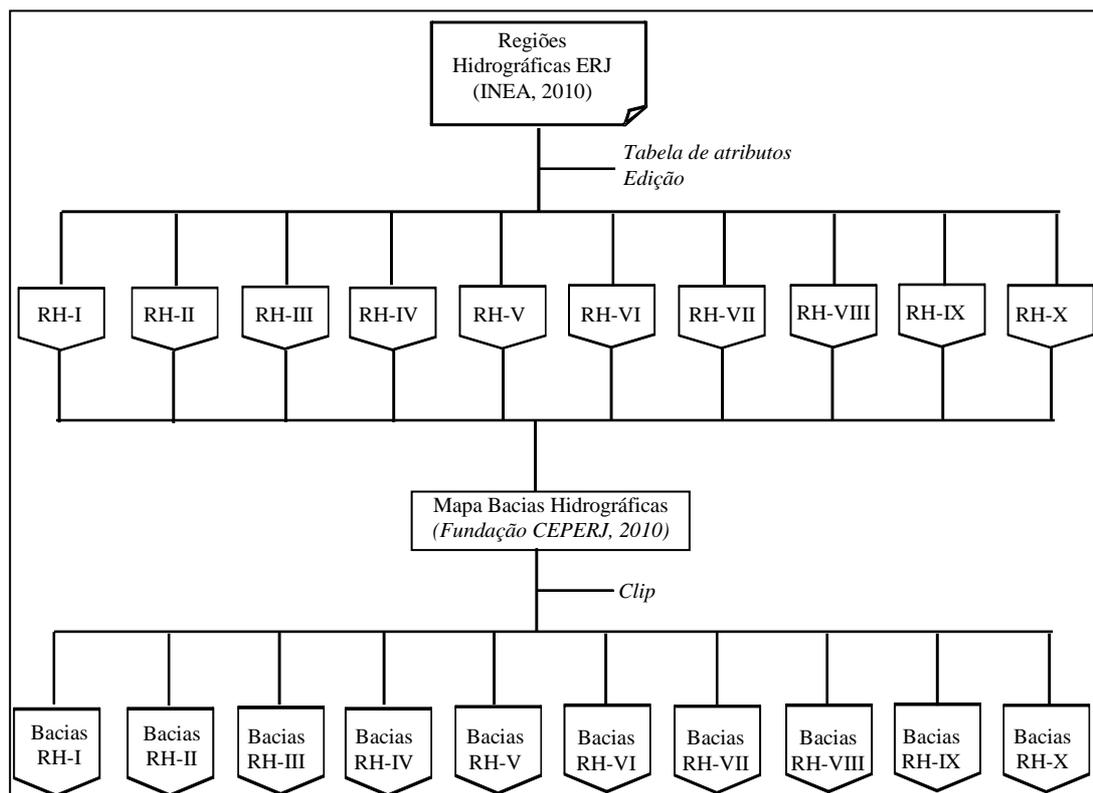


Figura 7. Fluxograma da obtenção das bacias hidrográficas para cada região hidrográfica do estado do Rio de Janeiro.

O mesmo procedimento foi realizado para a obtenção das microbacias das RH, dessa vez através do tema referente a este mapa, disponibilizado por Fidalgo *et al.* (2009).

3.2.3 Análise das unidades de conservação

3.2.3.1 Estado do Rio de Janeiro

A partir do mapa das UC do Estado do Rio de Janeiro disponibilizado pelo INEA (2010), foi gerado o mapa da distribuição das unidades de conservação públicas (federais e estaduais) do Estado, através da união de todas as UC em um único polígono, pela função *Merge* do programa ArcGis 10 (Figura 8). Não foram consideradas unidades de conservação municipais ou privadas pela dificuldade de adquirir todos os seus limites físicos nas prefeituras e proprietários, respectivamente.

Através da análise da tabela de atributos do mapa das UCs do RJ (INEA, 2010), foram identificadas por grupos e categorias, e ainda, suas instâncias governamentais. Já para análise da distribuição dessas, foi utilizado como parâmetro sua relação com as regiões hidrográficas e as microbacias. Para tal, fez-se a sobreposição dos temas UCs, RHs e microbacias pela ferramenta *Merge* do ArcGis 10, onde se obteve a área total protegida do estado e o número de microbacias protegidas. O método utilizado está detalhado na Figura 8.

3.2.3.2 Regiões Hidrográficas

A fim de aprofundar a análise foi realizado o mesmo procedimento para cada região hidrográfica, porém, dessa vez utilizando os limites de cada uma das dez RH ao invés do limite do ERJ (Figura 8), onde obteve-se: a área total protegida e as microbacias protegidas de

cada RH. Além disso, as UCs existentes foram identificadas por grupos e categorias, e ainda, por instâncias governamentais.

A distribuição das UCs dentro de cada RH foi analisada de forma a determinar a maior ocupação por essas no terço superior, médio ou inferior e identificar as sobreposições existentes através da ferramenta *identify* do programa ArcGis 10.

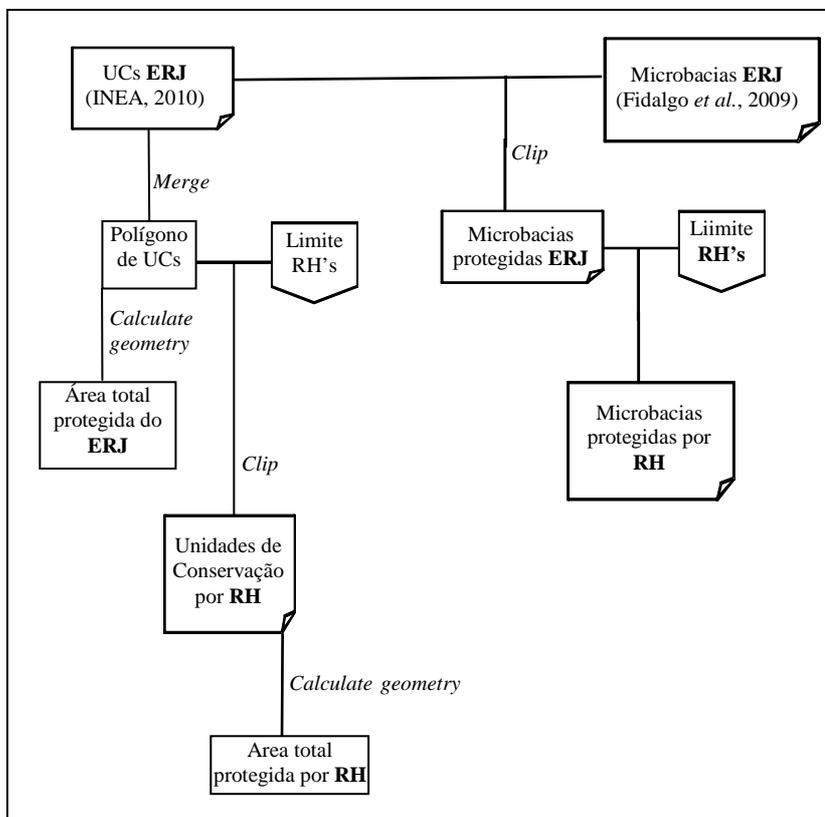


Figura 8. Fluxograma dos tratamentos de dados das unidades de conservação do ERJ e suas regiões hidrográficas.

Assim, obteve-se um panorama de como as unidades de conservação estão distribuídas no estado, ou seja, em quais regiões hidrográficas suas microbacias encontram-se mais protegidas por essas unidades.

3.2.4 Microbacias com captação pública de água protegidas por UC

Os dados referentes às 506 captações públicas de água existentes no estado do Rio de Janeiro disponibilizado pelo INEA em planilha do programa *Microsoft Excell*, foram importados para o ArcGis 10 e transformados em um arquivo vetorial do tipo ponto denominado “Captações públicas de água do ERJ”.

Em seguida, através das funções do programa ArcGis 10 detalhadas na Figura 9, e das tabelas de atributos dos respectivos temas relacionados abaixo, foram identificados e quantificados os seguintes dados para o ERJ:

- as captações públicas de água existentes;
- as microbacias com captação pública de água;
- as captações públicas de água protegidas por UC e o respectivo volume de água anual (m³/ ano); e
- as microbacias com captação pública de água protegidas por UCs.

As UCs que protegem as captações públicas de água, incluindo seus grupos e categorias, e ainda suas instâncias governamentais, foram identificadas pela tabela de atributos do tema “UCs com captação pública de água” gerado (Figura 9). As UCs foram classificadas em ordem de importância em relação ao volume de água protegido.

O mesmo método foi utilizado para todas as regiões hidrográficas do estado, utilizando o limite de cada uma separadamente (Figura 9).

Foi considerada protegida aquela microbacia que apresenta uma ou mais unidades de conservação cobrindo seus limites parcial ou totalmente. Já a captação de água foi considerada protegida quando a mesma encontra-se inserida nos limites de pelo menos uma unidade de conservação. Nos casos em que apesar da microbacia apresentar sua área protegida por UC parcialmente e a captação pertencer a esta microbacia, porém estiver fora dos limites dessa UC, esta não será considerada como protegida.

Para as microbacias que possuem captação pública de água, foram separadas aquelas protegidas por UC e aquelas não protegidas, através da importação da tabela de atributos do tema microbacias, disponibilizado por Fidalgo et al. (2009), para o programa *Microsoft Excell*. Juntamente com o identificador das microbacias, foram também importados os dados de cobertura vegetal (%) para cada uma, onde se obteve a média de cobertura vegetal para as microbacias com captação protegidas por UC e para aquelas não protegidas por UC, através da seguinte fórmula:

$$\text{Média cob.veg. (\%)} = \frac{\text{cob.veg. microbacia 1 (\%)} + \text{cob. veg. microbacia 2 (\%)} + \text{cob. veg. Microbacia n (\%)}}{n \text{ microbacias}}$$

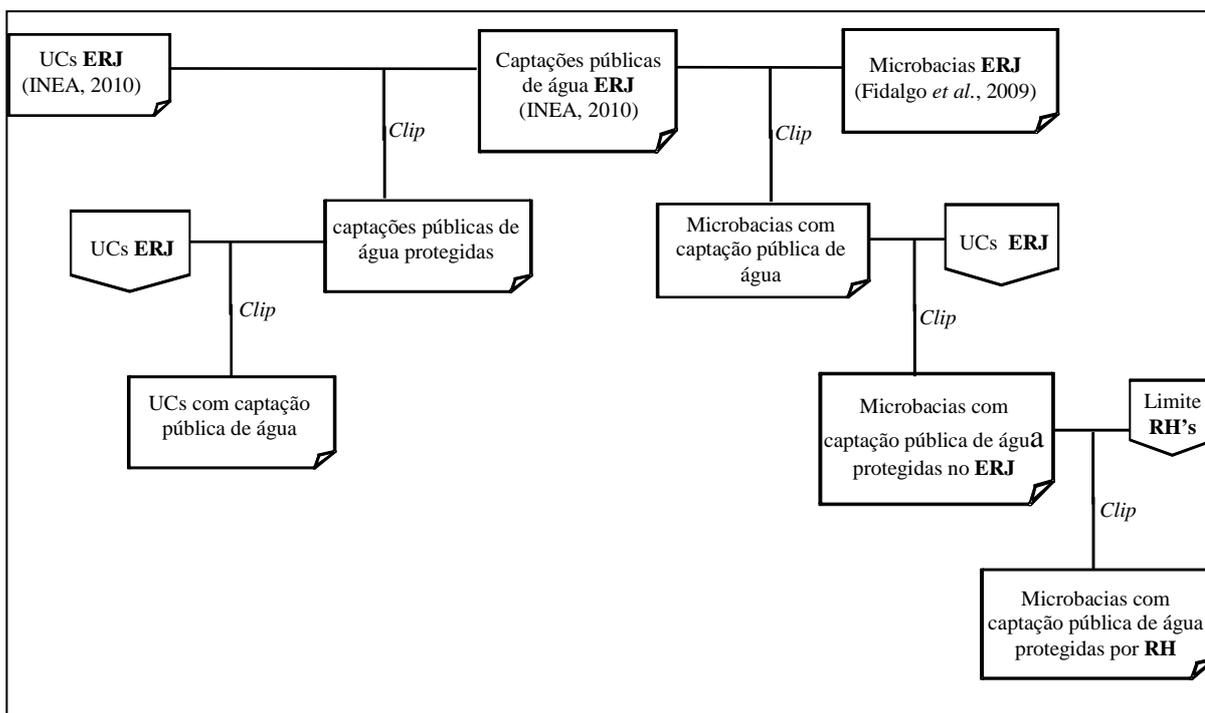


Figura 9. Fluxograma da obtenção das captações públicas de água e microbacias com captação de água em seus limites, protegidas por UCs, no ERJ e regiões hidrográficas.

3.2.5 Fatores ambientais

A partir do modelo digital de elevação (MDE) SRTM – 90m do estado do RJ, disponibilizado por Miranda (2005), e sua posterior conversão para 30m por meio de pontos

de interpolação, no programa ArcGis 10, foram obtidos os seguintes fatores ambientais: altitude, declividade e orientação de encostas, através das ferramentas citadas na Figura 10.

Outro fator ambiental obtido foi o índice de vegetação para o Estado do RJ (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI) através do programa ArcGis 10, utilizando a extensão *Calculate NDVI*. Para isso utilizou-se imagens LANDSAT 7 provenientes do sensor TM (LANDSAT 7/TM), obtidas pelo GEOFLORA/UFRRJ através do sítio do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Estas imagens correspondem a composição colorida utilizando as bandas 3, 4 e 5 do ano de 2010, do mês de setembro. A imagem do mês de setembro foi escolhida, porque neste período a cobertura de nuvens apresenta-se intensamente reduzida o que posteriormente favoreceria na obtenção e interpretação do NDVI (ARAUJO *et al.*, 2010).

A partir de cada uma das captações de água distribuídas no estado, foi delimitado um círculo com raio de 10 metros através da ferramenta *Buffer* do ArcGis 10, onde se obtiveram valores médios dos fatores ambientais supracitados para a área de cada captação através da ferramenta *Zonal* (Figura 10).

Cada fator ambiental foi classificado de forma que, posteriormente, fosse possível identificar em quais intervalos de classe, a maioria das captações se enquadrava.

- **Altitude** (RADAMBRASIL, 1983): 0 - 100 m (baixada); 100 - 600 m (montana); e 600 - 2000 m (submontana).

- **Declividade** (EMBRAPA, 1979): 0 - 3% (relevo plano); 3 - 8% (relevo suave ondulado); 8 - 20% (relevo ondulado); 20 - 45% (fortemente ondulado); e > 45% (relevo montanhoso).

- **Orientação de encostas** (TONELLO *et al.*, 2006): 0° - 45° (N - NE); 45° - 90° (NE - E); 90° a 135° (E - SE); 135° - 180° (SE - S); 180° a 225° (S - SW); 225° - 270° (SW - W); 270° - 315° (W - NW); e 315° - 360° (NW - N).

- **Índice de vegetação - NDVI** (ARAUJO *et al.*, 2010): O NDVI é representado pela faixa que vai de -1 a 1. Foram considerados os seguintes intervalos conforme sugerem os autores: -1 a -0,2 (corpos d'água); -0,2 a -0,1 (nuvens); -0,1 a 0,07 (áreas sem vegetação); 0,07 a 0,11 (vegetação verde muito esparsa, cobertura não sadia ou sobre algum déficit hídrico); 0,11 a 1 (valores crescentes de vegetação). Para esta última classe, fez-se uma adaptação através da seguinte subdivisão: 0,11 a 0,6 (capoeira ou estágio inicial de regeneração) e 0,6 a 1 (vegetação densa).

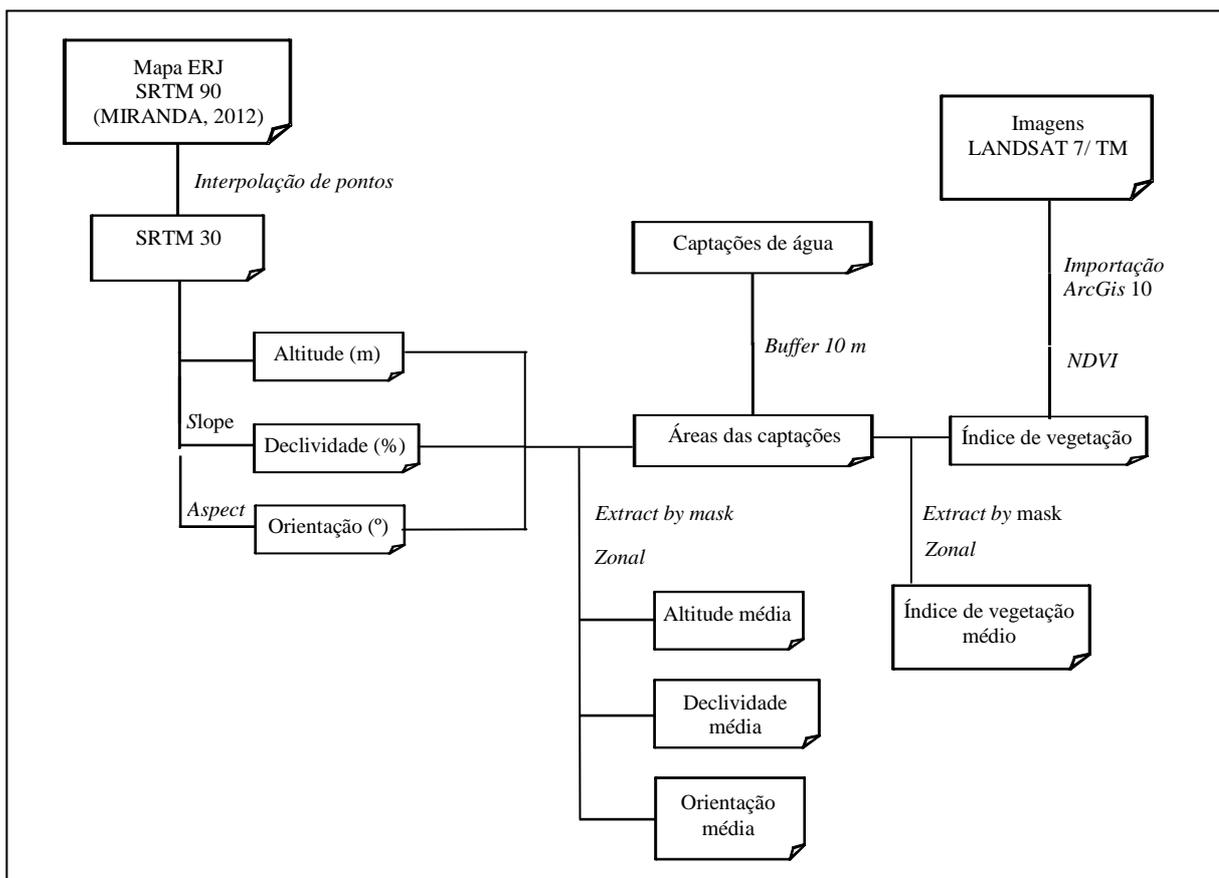


Figura 10. Fluxograma de obtenção dos valores médios dos fatores ambientais na área de cada captação de água.

3.2.5.1 Análise estatística

Os resultados obtidos foram analisados através do método de estatística multivariada, com auxílio do programa estatístico STATISTICA, versão 7.0. A escolha do método multivariado foi devido ao grande número de variáveis envolvidas no estudo.

Em muitas situações, os pesquisadores tendem a avaliar o maior número de características das amostras, gerando acréscimo considerável de trabalho. Quando o número de características torna-se elevado, é possível que muitas contribuam pouco para a discriminação dos indivíduos avaliados, representando, conseqüentemente, aumento no trabalho de caracterização, sem melhoria na precisão, e tornando mais complexa a análise e interpretação dos dados (LIBERATO, *et al.*, 1999; BARBOSA *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2005).

Dessa forma, foi realizada a análise de agrupamento de fatores ambientais das áreas de captação de água a fim de identificar as semelhanças entre os mesmos.

A partir das variáveis medidas para cada área de captação aplicou-se primeiramente o método de classificação conhecido como Análise de Cluster ou Agrupamento. Neste método, os dados são organizados de tal forma, que as observações mais próximas são agrupadas por alguma medida de similaridade, que pode ser coeficiente de similaridade ou coeficiente de distância.

Na análise de cluster cada unidade experimental é incluída em um grupo homogêneo se forem parecidas umas com as outras, neste espaço multidimensional, onde as variáveis são os eixos perpendiculares e os pontos são representados pelas amostras (MARDIA *et al.*, 1979). Agrupar objetos consiste em reconhecer entre eles um grau de similaridade (distância,

nesse plano multidimensional) suficiente para reuni-los num mesmo conjunto e representá-lo num gráfico de duas dimensões denominado de *dendrograma*, que é um diagrama na forma de uma “copa de árvore” invertida e representa a formação gráfica dos *clusters*.

Neste trabalho, adotou-se a distância euclidiana como medida de dissimilaridade entre os dados e a união entre os grupos foi realizada utilizando o Método Aglomerativo Hierárquico, denominado de Método Mínima Variância ou Wards. Neste método, a formação dos agrupamentos começa pela fusão sucessiva dos dados que produzirem a menor variância do sistema e que se combinam por suas semelhanças, repetindo o procedimento até esgotar as possibilidades de combinação ou até agrupar todos os dados, terminando em um grande grupo (LONGHI, 1997 *apud* Gerhardt, E.J. *et al.*, 2001).

As sequências de agrupamentos formadas com base na distância euclidiana resultaram em um *dendrograma*, contendo várias ramificações com a posição de cada variável em estudo. Embora as ramificações segregassem as captações até ao nível individual, procurou-se separá-las em forma de grupos. Para isso, adotou-se o critério mencionado por SOUZA et al. (1990); HUMPHREYS & CHIMELO (1992); ARAUJO (2002) que é o de traçar no eixo y uma linha de corte na distância média de ligação entre grupos formados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estado do Rio de Janeiro

4.1.1 Individualização das bacias hidrográficas e microbacias:

O Estado do Rio de Janeiro foi dividido em bacias hidrográficas e microbacias pertencentes a cada Região Hidrográfica. Assim, foi possível analisar a relação das unidades de conservação com as captações públicas de água existentes, de forma individual por região.

As regiões hidrográficas foram divididas até o nível de microbacia por essa unidade física representar a associação de subsistemas específicos e de suas funções, compondo um sistema amplo (Marques, 2004), apresentando sensibilidade hidrológica a desequilíbrios ambientais.

A região com maior número de bacias (31) e microbacias (231) foi a RH-IX (Baixo Paraíba do Sul), podendo ser explicado pelo fato que esta apresenta a maior extensão territorial do Estado, com 1.139.206, 77 ha (Figura 11 e Tabela 4). Por outro lado, as regiões com menor número de bacias foram a RH-III (Médio Paraíba do Sul) e a RH-IV (Piabanha), ambas com duas. Porém, vale salientar que a Fundação CEPERJ muitas vezes considerou que uma bacia hidrográfica engloba outro grupo de bacias em seus limites, como por exemplo é o caso de uma das duas bacias pertencentes a RH-III denominada “Bacias do curso Médio Superior do Paraíba do Sul”. A outra bacia da RH-III é a Bacia do rio Preto. O mesmo caso acontece para a RH-IV, que além da Bacia do Piabanha (mesmo nome da região hidrográfica), existe a bacia denominada “Bacias do Curso Médio Inferior do Paraíba do Sul”. Este fato explica as duas regiões terem o menor número de bacias do estado.

Porém, quando se considera o número de microbacias, a situação se altera e a RH-III apresenta a segunda maior quantidade dessas seguida da RH-IX, enquanto a RH-IV aparece em quinto lugar juntamente com a RH-II. Já a região com menor número de microbacias é a RH-I (Baía da Ilha Grande), com 31, sendo também a menor em extensão territorial, com 173.084,84ha.

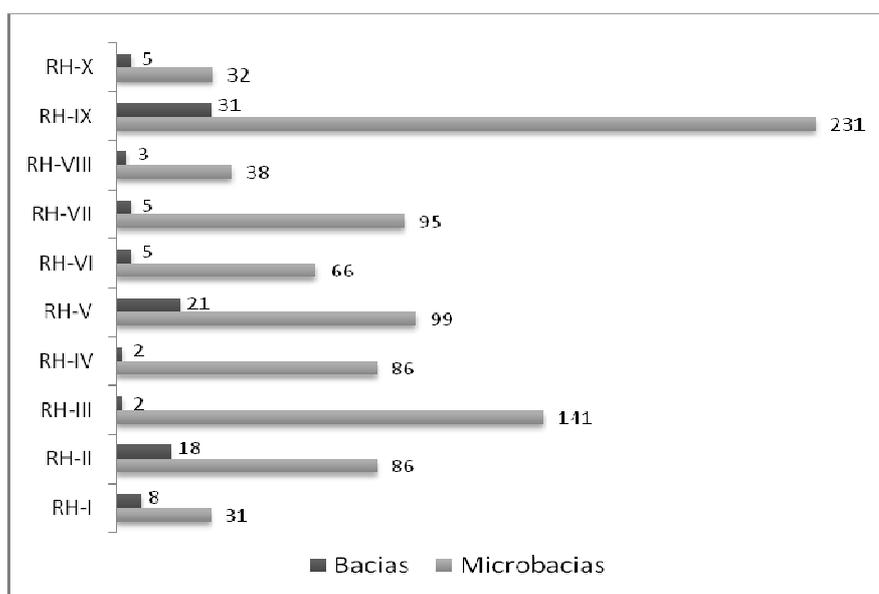


Figura 11. Quantidade de bacias hidrográficas e microbacias por Região Hidrográfica no ERJ.

Tabela 4. Bacias hidrográficas e microbacias por Região Hidrográfica no ERJ.

Regiões Hidrográficas	Tamanho (ha)	Bacias	Microbacias
RH-I	173.084,85	8	31
RH-II	369.775,33	18	86
RH-III	643.078,72	2	141
RH-IV	354.709,00	2	86
RH-V	481.666,41	21	99
RH-VI	361.934,98	5	66
RH-VII	437.545,29	5	95
RH-VIII	198.800,25	3	38
RH-IX	1.139.206,78	31	231
RH-X	196.878,82	5	32
TOTAL	4.356.680,42	100	905

Pode-se perceber que existe uma diferença entre o total de bacias hidrográficas do Estado (98), indicado pela Fundação CEPERJ (2010) apresentada na metodologia desse estudo, com o total obtido através da soma das bacias por cada região hidrográfica (100), indicado na Tabela 4, quando o número deveria ser o mesmo. Esta diferença se deve ao fato de haver interseção da mesma bacia entre duas RH, e isso acontece duas vezes, o que permitiu a dupla contabilização. A primeira diz respeito à bacia denominada de “Bacias contribuintes ao litoral de Mangaratiba e Itacurussá”, que pertence tanto a RH-I, quanto a RH-II, e a segunda é referente à bacia denominada “Pequenas Bacias da Margem direita do Baixo”, que ocorre na RH-VII e na RH-IX.

Para as microbacias contabilizadas, também ocorre uma diferença entre o total das existentes no RJ (883) de acordo com Fidalgo *et al.* (2009), com o total obtido da soma das microbacias de cada RH (905), apresentando vinte e duas (22) microbacias a mais. A explicação se repete, pois 22 é o número de interseções existentes de microbacias que ocorrem em mais de uma RH, conforme Tabela 5 abaixo.

Tabela 5. Número de interseções de microbacias entre as regiões hidrográficas.

Regiões hidrográficas	Nº de interseções de microbacias
RH-I e RH-II	1
RH-II e RH-III	3
RH-III e RH-IV	1
RH-V e RH-VI	1
RH-VI e RH- VIII	3
RH-VII e RH-IX	11
RH-IX e RH-X	2
TOTAL	22

Durante o processamento dos dados, pôde-se observar que a delimitação das regiões hidrográficas do estado seguiu dois critérios diferentes, ora foi orientada pelos divisores topográficos, quando coincidiu com os limites das bacias, ora com os limites geopolíticos, ou seja, com os limites municipais, o que fez com que a área de uma bacia fosse dividida em duas RH diferentes, provocando as interseções supracitadas.

Análise das unidades de conservação:

Todas as categorias de unidades de conservação existentes no estado, juntas, protegem 16,63% do seu território, o que equivale a uma área de 724.377,84 ha. A Tabela 6 a seguir mostra a extensão territorial de cada região hidrográfica do Estado, assim como sua área protegida por unidades de conservação correspondente. É possível observar que as regiões hidrográficas com maior área protegida em ordem decrescente são a RH-I (71,74%), a RH-VI (47,22%) e a RH-II (35,46%).

O Parque Nacional da Serra da Bocaina é o maior contribuinte para o resultado da primeira região hidrográfica como a mais protegida por UCs, pois protege 39,71% de toda área. A APA do rio São João/ Mico Leão Dourado e a APA Guandu são os maiores contribuintes para as outras duas regiões consecutivamente, já que a primeira representa 41,51% da RH-IV e a segunda 20,85% da RH-II.

Tabela 6. Unidades de Conservação por RH no Estado do Rio de Janeiro.

Região Hidrográfica	Área (ha)	Perímetro (ha)	UCs (ha)	Área protegida (%)
RH-I Baía da Ilha Grande	173084,85	704268,69	124168,10	71,74
RH-II Guandu	369775,33	565234,98	131140,42	35,46
RH-III Médio Paraíba do Sul	643078,72	591103,70	41619,67	6,47
RH-IV Piabanha	354709,00	368620,11	57499,79	16,21
RH-V Baía de Guanabara	481666,41	627983,93	110993,03	23,04
RH-VI Lagos São João	361934,98	351980,25	170923,47	47,22
RH-VII Rio Dois Rios	437545,29	440831,85	10634,79	2,43
RH-VIII Macaé e das Ostras	198800,25	299045,76	41124,22	20,69
RH-IX Baixo Paraíba do Sul	1139206,78	1023200,00	33004,45	2,90
RH-X Itabapoana	196878,82	421871,29	3269,86	1,66
TOTAL	4356680,42		724.377,84	16,63

O Estado do Rio de Janeiro, até o final do ano de 2010, apresentava 50 unidades de conservação públicas federais e estaduais (Tabela 7 e Figura 12) que protegem 312 microbacias das 883 existentes (Figura 13).

Tabela 7. Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro. (Continua).

Unidade de Conservação	Tutela	Jurisdição	Tipologia	Perímetro (km)	Área (ha)
1 RESEX Marinha do Arraial do Cabo	ICMBio	FEDERAL	Uso sustentável	111,79	21502,23
2 APA de Guapimirim	ICMBio	FEDERAL	Uso sustentável	71,40	13876,17
3 APA da Serra da Mantiqueira	ICMBio	FEDERAL	Uso sustentável	146,31	27763,23
4 APA Cairucu	ICMBio	FEDERAL	Uso sustentável	270,36	29803,11
5 APA Petropolis	ICMBio	FEDERAL	Uso sustentável	402,78	58656,54
6 ARIE Arq. das Cagarras	ICMBio	FEDERAL	Uso sustentável	7,13	37,37
7 ARIE Floresta da Cicuta	ICMBio	FEDERAL	Uso sustentável	6,32	270,95
8 FLONA Mario Xavier	ICMBio	FEDERAL	Uso sustentável	9,48	539,13
9 APA Bacia do rio Sao Joao/ Mico Leao Dourado	ICMBio	FEDERAL	Uso sustentável	370,43	150537,76
10 ESEC Tamoios	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	138,04	8893,49
11 PN Restinga de Jurubatiba	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	120,59	15186,88
12 PN da Serra da Bocaina	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	385,00	68740,55

Tabela 7. Continuação.

	Unidade de Conservação	Tutela	Jurisdição	Tipologia	Perímetro (km)	Área (ha)
13	PN da Serra dos Órgãos	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	114,56	20023,97
14	PN da Tijuca	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	57,91	3457,82
15	PN de Itatiaia	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	67,48	12778,91
16	REBIO Tingua	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	129,54	25244,69
17	REBIO Poco das Antas	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	35,31	5046,73
18	REBIO UNIAO	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	26,76	2927,45
19	ESEC Guanabara	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	21,30	2030,52
20	APA Mangaratiba	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	236,37	24482,46
21	APA Serra de Sapiatiba	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	37,31	5967,39
22	APA Pau-Brasil	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	45,224	10563,73
23	APA Bacia do Rio Macacu	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	3599,87	19508,09
24	APA Gericino-Mendanha	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	70,87	7972,31
25	APA Macaé de Cima	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	109,15	35037,64
26	APA Guandu	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	413,07	74271,23
27	PE da Ilha Grande	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	156,20	12083,67
28	APA Tamoios	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	567,72	20636,22
29	ESES Paraíso	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	65,9143	4903,28
30	PE dos Três Picos	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	718,70	58799,41
31	PE da Serra da Concórdia	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	20,21	961,69
32	ESES Guaxindiba	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	50,88	3269,86
33	PE do Desengano	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	184,75	21444,26
34	Reserva Ecológica da Juatinga	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	75,68	9959,57
35	PE da Pedra Branca	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	199,20	12491,59
36	PE Marinho do Aventureiro	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	20,67	1778,07
37	REBIO da Praia do Sul	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	42,86	3440,25
38	PE da Serra da Tiririca	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	73,06	2085,15
39	PE Cunhambebe	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	463,23	38052,84
40	APA dos Frades	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	42,03	6885,45
41	APA Jacarandá	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	51,18	3291,56
42	REBIO de Jacarepia	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	24,12	1574,61
43	PE da Chacrinha	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	1,31	12,16
44	Reserva Florestal do Grajau	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	7,24	112,66
45	APA Marica	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	31,83	969,60
46	APA Massambaba	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	89,34	10646,95
47	Reserva Ecologica Estadual de Massambaba	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	21,25	1394,12
48	APA Sepetiba II	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	6,15	171,60
49	REBIO Araras	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	48,81	3837,81
50	Reserva Biológica e Arqueologica de Guaratiba	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	61,01	3360,17

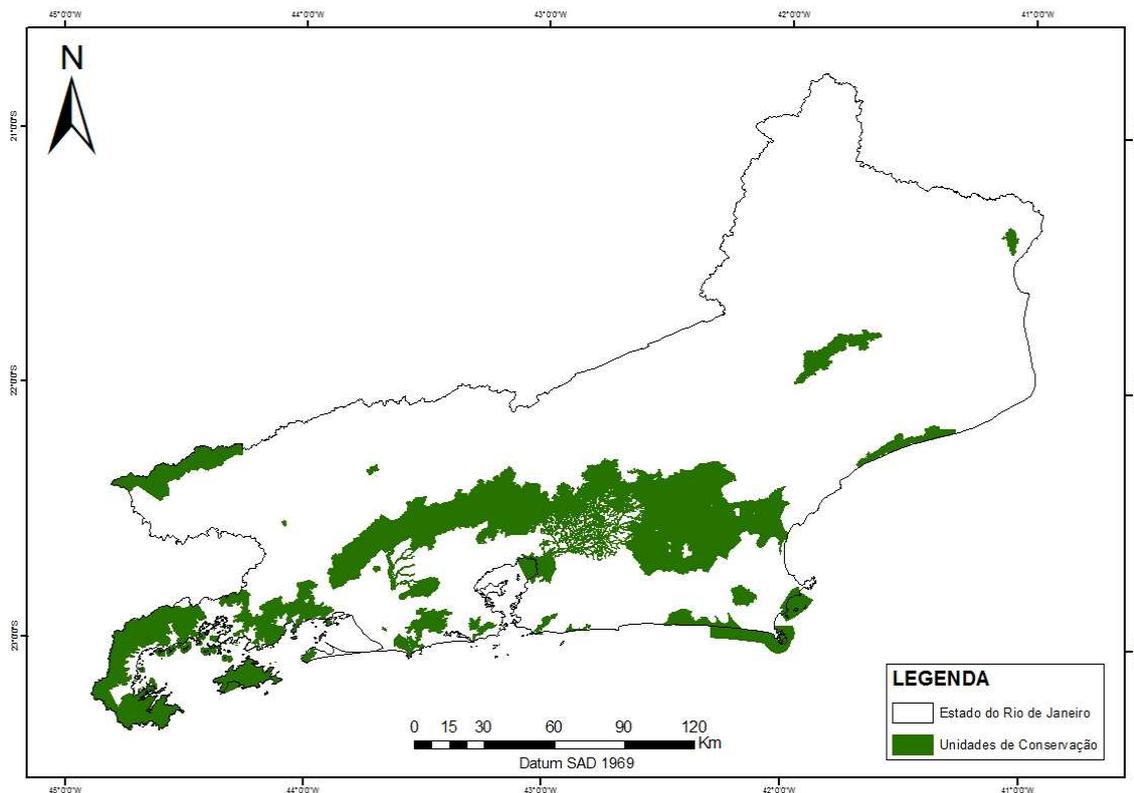


Figura 12. Distribuição das UCs no Estado do Rio de Janeiro.

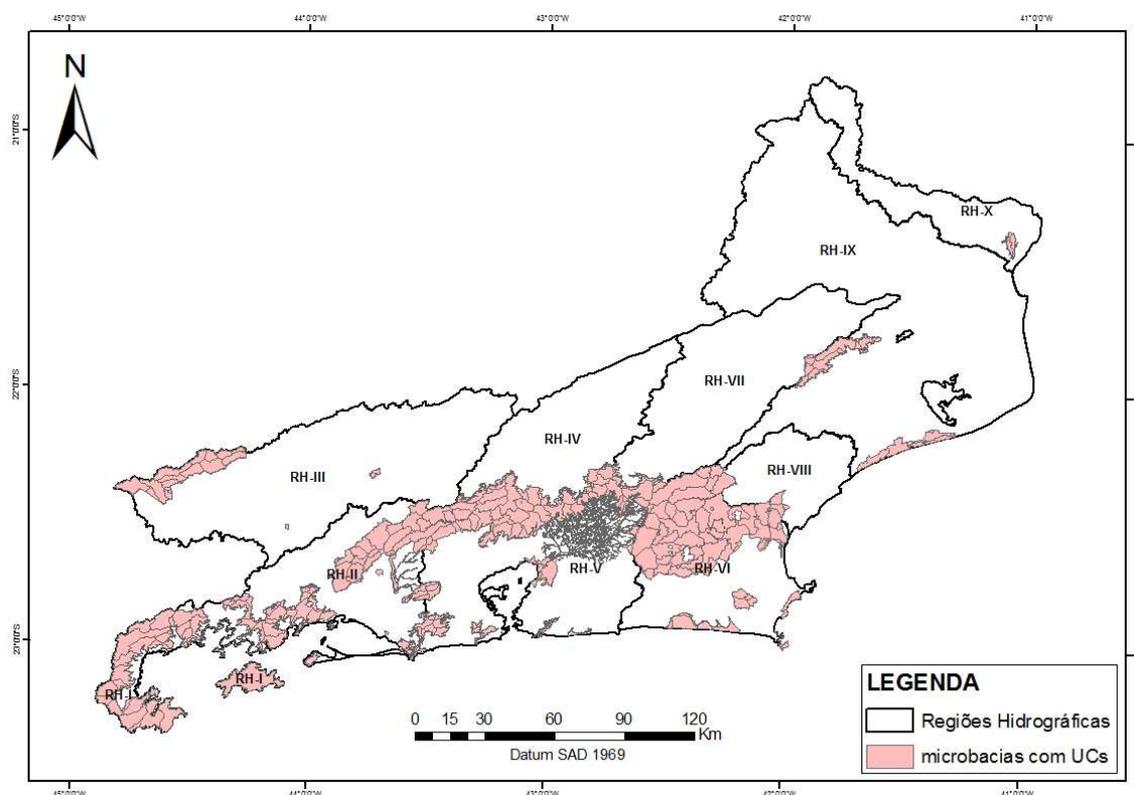


Figura 13. 312 microbacias ocupadas parcial ou totalmente pelas 50 unidades de conservação do RJ.

Pode-se perceber nas Figuras 12 e 13 que as unidades de conservação estão concentradas principalmente, ao longo da cadeia da Serra do Mar, localizada na porção sul e

central do Estado, que ocupa a área de quase todas as regiões hidrográficas, com exceção da RH-IX e RH-X.

A Serra do Mar é uma cadeia montanhosa que atravessa o Estado do Rio de Janeiro acompanhando o seu litoral. Inicia-se ao norte do Estado de Santa Catarina e se estende por mais de 1.000km até o norte do Estado do Rio de Janeiro. Ao longo desse percurso, recebe diferentes denominações, como Serra da Bocaina, ao sul do Estado, Serra da Estrela e Serra dos Órgãos, ao fundo da baía de Guanabara. Na Serra dos Órgãos, as elevações chegam a mais de 1.000m. O planalto decai suavemente para o interior até o vale do rio Paraíba do Sul (CPRM, 2001).

Ao longo da referida serra, estão localizadas as áreas de maior altitude e de mais difícil acesso do Estado, e conseqüentemente, onde estão concentrados os três maiores dos seus cinco blocos de remanescentes florestais de Mata Atlântica. Esta cadeia montanhosa florestada resulta na presença de unidades de conservação, o que explica a concentração de microbacias protegidas nessa região. De acordo com CEIVAP (2002) os remanescentes mais expressivos de Mata Atlântica, no Rio de Janeiro, estão restritos às áreas de mais difícil acesso, nas serras do Mar e da Mantiqueira, parcialmente protegidos por unidades de conservação de importância nacional, como os PN do Itatiaia, da Bocaina e da Serra dos Órgãos, e internacional, como a Reserva da Biosfera.

Em relação aos grupos e jurisdição das 50 UCs, sabe-se que 28 são de proteção integral e 22 de uso sustentável (Figura 14), estando 31 sob jurisdição estadual e 19 sob jurisdição federal (Figura 15).

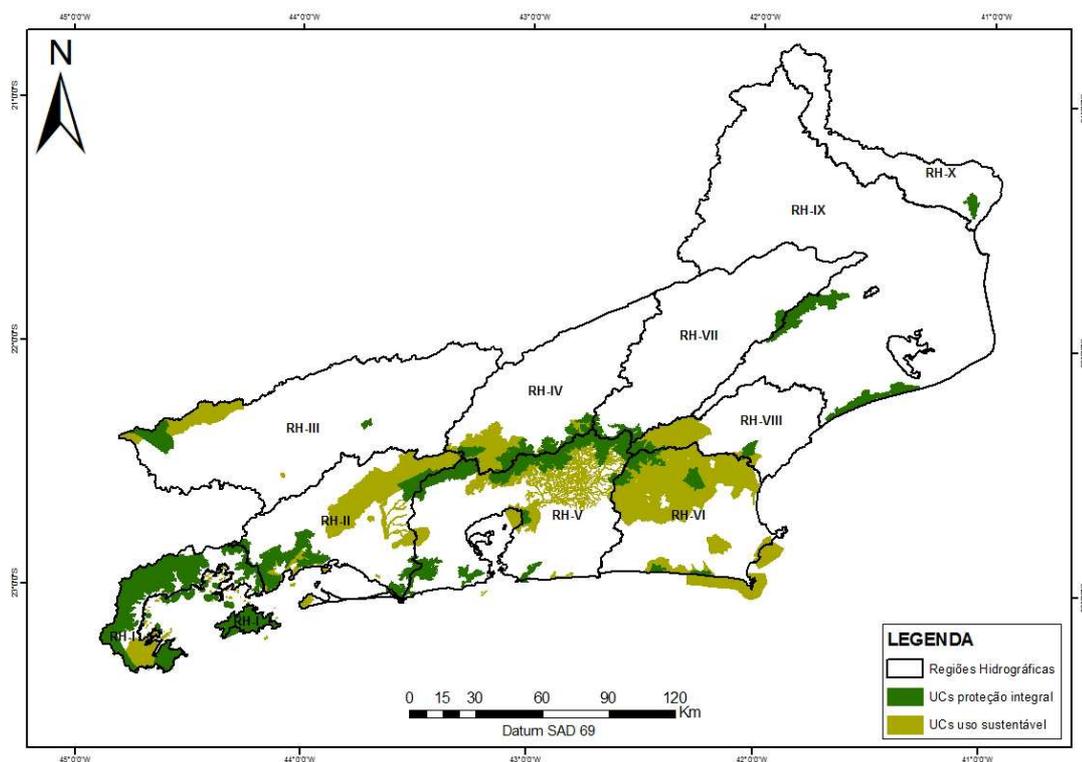


Figura 14. Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro divididas por grupos.

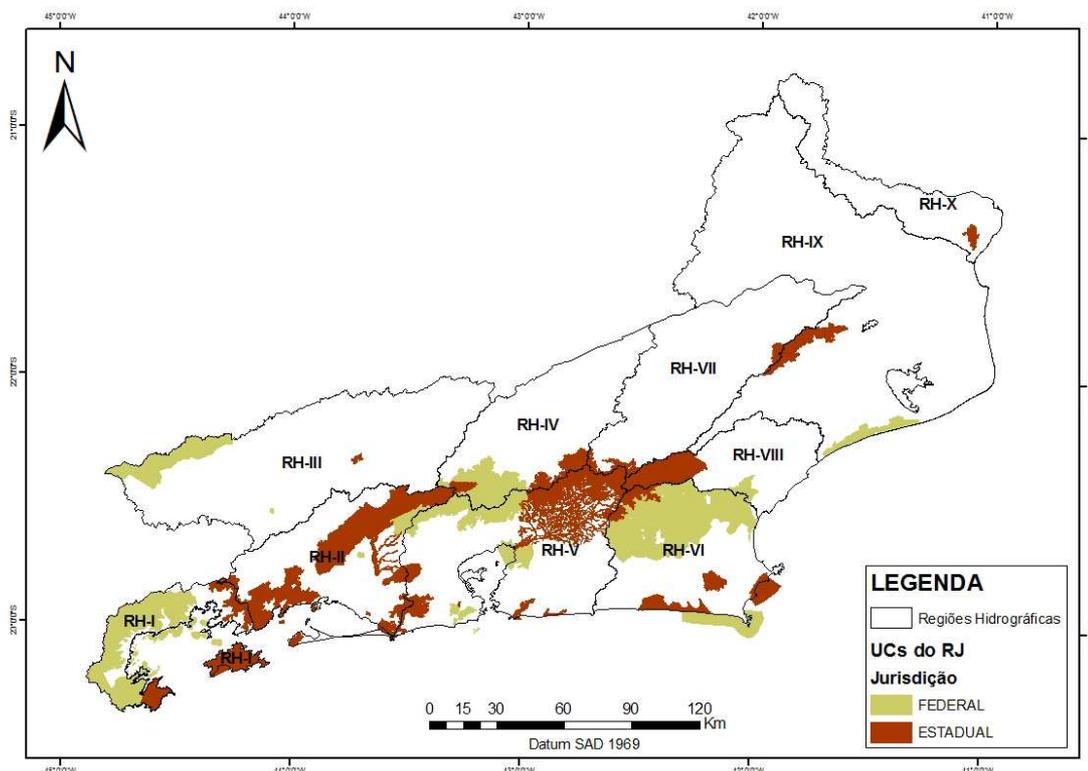


Figura 15. Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro divididas por jurisdição federal e estadual.

Dentre as UCs federais, tem-se 52,63% pertencente ao grupo de proteção integral, incluindo as seguintes categorias: 5 Parques Nacionais, 3 Reservas Biológicas e 2 Estações Ecológicas e 47,37% de uso sustentável, incluindo: 1 Reserva Extrativista, 5 Áreas de Proteção Ambiental, 1 Floresta Nacional e 2 Áreas de Relevante Interesse Ecológico.

Já entre as UCs estaduais, tem-se as categorias: 9 Parques Estaduais, 3 Reservas Biológicas, 2 Estações Ecológicas, 1 Reserva Biológica e Arqueológica, 2 Reservas Ecológicas e 1 Parque Florestal, estando essas duas últimas categorias sob necessidade de recategorização de acordo com a lei nº 9.985/ 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Assim, as UCPI representam 58,06% do total de UCs estaduais, enquanto as UCUS 41,93%, que são representadas por 13 Áreas de Proteção Ambiental.

Dessa forma, considerando as duas jurisdições, tem-se que tanto as UCs sob tutela do Instituto Chico Mendes para a Biodiversidade (ICMBio), quanto aquelas sob tutela do INEA, estão em maioria no grupo de proteção integral. Porém, a categoria que mais se destaca em quantidade e em tamanho de área protegida é a Área de Proteção Ambiental (APA), em que as 18 juntas protegem 499.459,56 ha, seguida da categoria Parque que os 14 juntos somam 267.892,30 ha.

Dessa forma, as APAs protegem 11,46% do território do estado, sendo sua categoria de unidade de conservação mais representativa, seguida dos Parques, que representam 6,15% de sua área, sem considerar as sobreposições entre as duas. Esse resultado corresponde aos números nacionais, que de acordo com IBAMA (2005), desde sua criação, a APA tem sido muito empregada nas esferas federal, estadual e municipal, sendo hoje a principal categoria de UC de Uso Sustentável em extensão de área coberta no país.

As Áreas de Proteção Ambiental, de acordo com o SNUC, são unidades de uso sustentável, que por sua vez permitem o uso direto de seus recursos naturais. Pela mesma legislação o uso sustentável é definido como “exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a

diversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável”. E o uso direto como “aquele que envolve coleta e uso, comercial ou não, dos recursos naturais”.

Dessa forma, a APA é uma categoria que procura compatibilizar a conservação com a ocupação humana, onde um de seus objetivos importantes é o de ordenar justamente esta ocupação (IBAMA, 2001). De acordo com Andrade (2007), uma boa gestão é de fundamental importância devido a esta categoria permitir a presença humana e ainda permitir a expansão de ocupação.

Sob uma ótica preservacionista, para Pádua (2001) *apud* Cozzolino (2005), a proliferação das APAs teria como uma de suas finalidades “maquiar” as estatísticas de áreas protegidas, apresentando como UCs efetivas áreas que teriam como característica o mero ordenamento territorial. Assim, a criação de APAs teria a função de ampliar a área coberta por UCs, sem que de fato se efetive sua gestão (PADUA, 2001). Por outro lado, alguns autores consideram as APAs como a categoria de UC que melhor se adequaria à constituição dos corredores ecológicos (BENSUSAN, 2001) e ao estabelecimento de zonas de amortecimento para UCs de uso indireto, como previsto na lei do SNUC (COZZOLINO, 2005).

A gestão de APAs envolve estratégias a serem utilizadas no processo de ordenamento do território. A participação dos atores/ sujeitos sociais é fundamental nesse processo, pois a imposição de limites a liberdade de ação em propriedades privadas naturalmente levará a conflitos e à necessidade de buscar soluções (TORRES & MESQUITA, 2002).

Já a segunda categoria de unidade de conservação mais representativa do território do estado do RJ é uma de uso indireto, ou seja, aquele que não envolve consumo, coleta, dano ou destruição dos recursos naturais, de acordo com o SNUC. Os Parques pertencem ao grupo de proteção integral, que ainda de acordo com a mesma lei, envolve a manutenção dos ecossistemas livres de interferência humana, mas possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico.

Segundo Diegues (2001) *apud* Botelho (2009), as políticas que direcionam os parques e demais áreas protegidas no Brasil sempre deram maior atenção às UCPIs em territórios ocupados por comunidades tradicionais do que as UCUSs, o que reforça a predominância do modelo de “ilhas de conservação” nas políticas públicas de proteção da natureza.

Identificação e proteção das microbacias com captação pública de água:

A Tabela 8 abaixo reúne os principais resultados desse estudo, já que quantifica para o estado do Rio de Janeiro, e para cada região hidrográfica separadamente, as microbacias protegidas ou não por unidades de conservação, as microbacias com captação pública de água protegidas ou não e as captações públicas de água protegidas ou não. Esse é o resultado da convergência dos temas unidades de conservação e proteção dos recursos hídricos para o Estado do Rio de Janeiro.

Porém, ainda para Tabela 8, vale salientar as diferenças dos totais obtidos na coluna “TOTAL”, que está relacionado ao somatório dos números obtidos para cada RH separadamente, e na coluna “RJ”, que significa o total obtido diretamente em todo o Estado do Rio de Janeiro, disponibilizados por Fidalgo et al. (2009) e INEA (2010), o que logicamente deveriam ter os mesmos valores.

Para a linha “Microbacias” a diferença de 22 (vinte e duas) unidades já foi explicada na tabela 5. Para a linha “M_com capt.”, microbacias com captação pública de água, há 2 (duas) interseções, uma entre a RH-II e RH-III e outra entre a RH-IV e RH-V, o que explica a diferença de 2 (duas) unidades das colunas “TOTAL” e “RJ”. Já para a linha “M_com capt.

protegidas”, pode-se observar 1 (uma) microbacia a mais na coluna “TOTAL”, que se refere a interseção citada acima entre as RH-IV e RH-V.

Para a linha “Nº de captações” a diferença de 6 (seis) unidades para a quantidade de captações de água contabilizadas no Estado (506) e no somatório de cada RH (500) se dá por um erro de coordenadas quando essas captações foram plotadas no mapa, já que se encontram fora dos limites do Estado, portanto foram desconsideradas.

Tabela 8. Proteção das microbacias e das captações públicas de água por RH no ERJ.

	REGIÕES HIDROGRÁFICAS										TOTAL	RJ
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
Microbacias	31	86	141	86	99	66	95	38	231	32	905	883
Microbacias protegidas	30	63	23	25	70	51	13	13	18	6	312	312
M._com capt.	13	26	40	23	33	11	30	8	36	8	228	226
M._com capt. protegidas	13	21	6	15	31	7	4	4	1	1	103	102
Nº captações	65	42	68	85	85	19	54	17	55	10	506	500
Nº captações protegidas	22	23	1	42	60	9	1	5	0	0	163	163

Legenda: M._com capt.: microbacias com captação pública de água.

Pode-se verificar na Tabela 8 que do total de 883 microbacias existentes no Estado do Rio de Janeiro, 312 encontram-se protegidas parcial ou totalmente pelas 50 unidades de conservação existentes (Figura 13 e Tabela 7) e 226 abrangem o total de 500 captações públicas de água em seus limites (Figura 16).

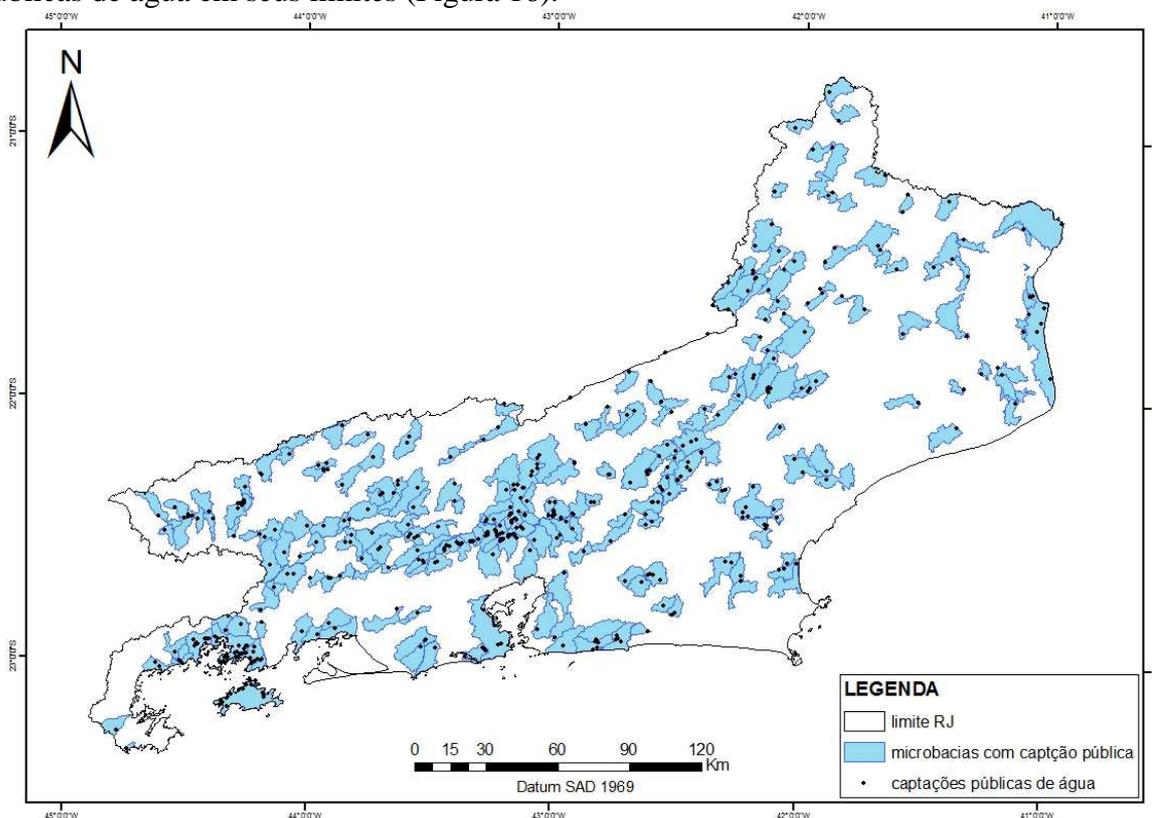


Figura 16. Microbacias com uma ou mais captações públicas de água em seus limites no estado do RJ.

As regiões hidrográficas com maior número de microbacias com captação nem sempre estão de acordo com aquelas de maior número de captações (Tabela 20). Isso se deve ao fato

de que estas últimas apresentam as captações agrupadas na mesma microbacia, enquanto nas primeiras, as captações estão bem distribuídas, apesar de estar em menor número, apresentando desta forma, a maior quantidade de microbacias com captações públicas de água.

Tabela 9. Ranqueamento das Regiões Hidrográficas em relação a presença de captações públicas de água em suas microbacias.

Posição	Nº de microbacias com captação pública de água	Nº de captações públicas de água
1º	RH-III	RH-IV
2º	RH-IX	RH-V
3º	RH-V	RH-III
4º	RH-VII	RH-I
5º	RH-II	RH-IX
6º	RH-IV	RH-VII
7º	RH-I	RH-II
8º	RH-VI	RH-VI
9º	RH-VIII	RH-VIII
10º	RH-X	RH-X

As regiões hidrográficas VI, VIII e X encontram-se na mesma posição na tabela 20 (oitava, nona e décima, respectivamente) em relação ao número de microbacias com captação pública de água que possuem em seus limites e ao número de captações também, o que significa que essas apresentam uma maior distribuição das captações ao longo de suas microbacias quando comparadas a outras regiões. O mesmo ocorre para as regiões III, IX, VII e II, já que possuem um maior número de microbacias com captação do que a quantidade de captações em si.

Já a RH-IV, por exemplo, é a primeira em número de captações públicas de água, porém aparece na sexta posição quando se trata do número de microbacias com captação, isto é, suas captações de água encontram-se acumuladas em uma mesma microbacia, muitas vezes. Assim como para RH-I e RH-V.

A distribuição das captações públicas de água ao longo das microbacias de cada região hidrográfica está ilustrada no item 4.2 ‘Regiões Hidrográficas’.

Quando se trata das microbacias com captações públicas de água no Estado (226), e ao mesmo tempo protegidas por unidades de conservação, tem-se 102. Isto significa que 102 microbacias das 226 que apresentam captação pública de água possuem uma ou mais unidades de conservação sobrepondo seus limites parcial ou totalmente. A média de cobertura vegetal encontrada nessas microbacias é de 42,17% de seu território, enquanto que nas microbacias que não possuem unidades de conservação, a média é de 10,6%. Esse resultado aponta que a presença de unidades de conservação nas microbacias com captação pública de água representa em média quatro vezes mais cobertura vegetal do que naquelas sem UC.

Segundo Lima (1986), a cobertura florestal influi positivamente sobre a hidrologia no solo, melhorando os processos de infiltração, percolação e armazenamento da água, além de diminuir o escoamento superficial. Influência esta que no todo conduz à diminuição do processo erosivo (BRAGA, 2006). O regime hídrico é diretamente afetado pela dinâmica e manejo da vegetação (Vieira, 2000), por isso o manejo hidrológico deve incluir as águas de superfície e as subterrâneas, e deve estar associado a um manejo florestal, incluindo a recuperação de áreas degradadas e desmatadas e a conexão de fragmentos florestais (LINHARES et al., 2005).

Para Pereira (1973) apud Lima (1986), a conservação da água não pode ser conseguida independentemente da conservação dos outros recursos naturais. As unidades de conservação

são importantes ferramentas para a conservação da vegetação, pois é um meio natural, eficiente, barato e ecologicamente adequado no controle e no armazenamento da água de uma bacia quando comparada com construções civis (Colman, 1953 apud Linhares et al., 2005).

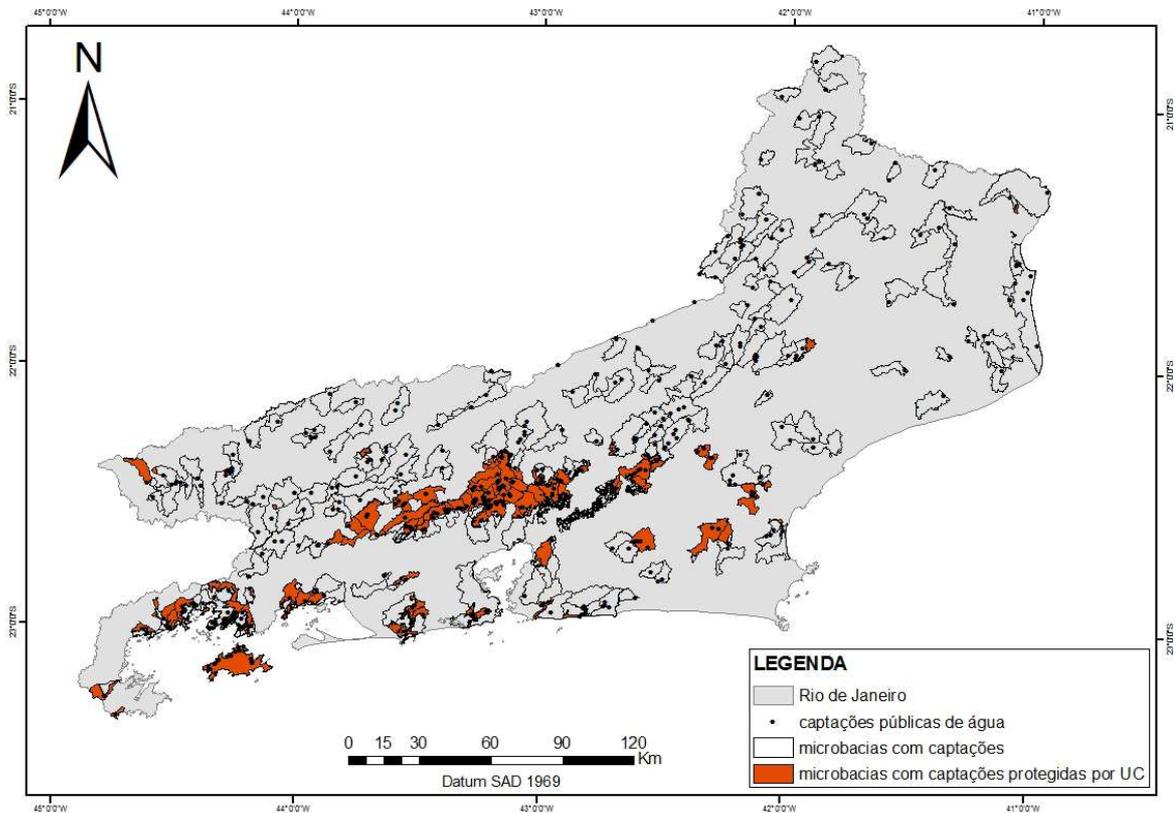


Figura 17. Microbacias com captações públicas de água protegidas por unidades de conservação.

Já em relação as captações públicas de água propriamente ditas, as unidades de conservação protegem juntas 163 dessas (Tabela 9 e Figura 17). Vale salientar que quando se contabiliza as microbacias com captação protegidas por UC (102), não significa que a captação de água propriamente dita está sobreposta a uma UC. Por exemplo, o PE do Desengano protege parte de uma microbacia que abrange três captações de água, porém a área ocupada pela UC não sobrepõe a nenhuma das captações, mas protege o terço superior da microbacia, onde encontra-se sua zona de recarga que é fundamental para garantir o abastecimento do lençol freático e contribuir para a existência dos afloramentos a jusante.

Por outro lado, quando as captações públicas de água não estão diretamente inseridas nos limites de alguma UC, mesmo se a zona de recarga da microbacia onde esta se encontra esteja protegida, o provimento de água para o abastecimento público pode estar mais vulnerável, mesmo esta estando enquadrada como área de preservação permanente, pela Lei 4.771/65, o código florestal. Pois, entende-se que a presença de uma unidade de conservação, principalmente se esta for de caráter mais restritivo, oferece um status de intangibilidade maior àquela captação de água.

Dessa forma, considerou-se como protegida a captação que se encontra inserida nos limites de uma UC, também para que se tenha um maior conhecimento e controle dos dados em relação a proteção das captações públicas de água no estado do RJ. Então, tem-se 20 UCs (10 de proteção integral e 10 de uso sustentável), do total de 50 existentes no Estado, que protegem 163 captações de água, ou seja, somente 34% das captações públicas do estado estão inseridas nos limites de pelo menos uma unidade de conservação.

Na Tabela 10 abaixo, pode-se checar quais são as 20 UCs que protegem as 163 captações de água, a quantidade de captações contemplada por cada unidade de conservação e ainda, a vazão anual protegida.

Tabela 10. Unidades de Conservação com presença de captação pública de água e vazão protegida.

	UCs	Nº de captações	Vazão protegida (m³/ano)
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE USO SUSTENTÁVEL			
1	APA Tamoios	5	115.965,6
2	APA de Mangaratiba	2	4.497.033,60
3	APA do Gericinó-Mendanha	1	2.522.880,00
4	APA Guandu	11	546.436.360,8
5	APA Petrópolis	60	11.410.250,42
6	APA do Macacu	5	5.696.198,76
7	APA Macaé de Cima	4	541.981,20
8	APA rio São João/Mico Leão Dourado	10	319.844.036,4
9	APA de Maricá	2	214.444,80
10	APA Cairuçu	1	108.978,00
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL			
1	Parque Estadual dos Três Picos	11	14.743.964,76
2	Parque Nacional da Serra da Bocaina	5	876.616,8
3	Reserva Biológica da Praia do Sul	1	6.132,00
4	Parque Estadual da Ilha Grande	10	687.572,40
5	Parque Estadual do Cunhambebe	2	4.276.281,60
6	Parque Nacional de Itatiaia	1	2.481.883,20
7	Parque Estadual da Pedra Branca	3	2.081.376,00
8	Parque Nacional da Tijuca	4	208.1376
9	Reserva Biológica do Tinguá	29	130.722.685,2
10	Estação Ecológica Estadual do Paraíso	1	4.099.680,00

Quando se soma as captações públicas de água apresentadas na Tabela 10, tem-se 168 dessas, porém na Tabela 8 mostra que são 163 captações protegidas no estado. Essa diferença ocorre devido a cinco captações estarem protegidas por mais de uma unidade de conservação ao mesmo tempo, já que existem sobreposições entre essas. Três captações diferentes ocorrem em área de interseção do PETP e da APA Macacu, sendo que uma dessas também coincide com a APA Petrópolis, estando esta protegida por três UCs. A quarta captação ocorre tanto em território da APA Cairuçu, quanto no PN da Serra da Bocaina; e por último, a quinta captação ocorre nos limites da EEE Paraíso e da APA Petrópolis.

Portanto, na Figura 18 abaixo é possível observar as unidades de conservação dispostas em ordem decrescente de acordo com o volume de água protegido anualmente.

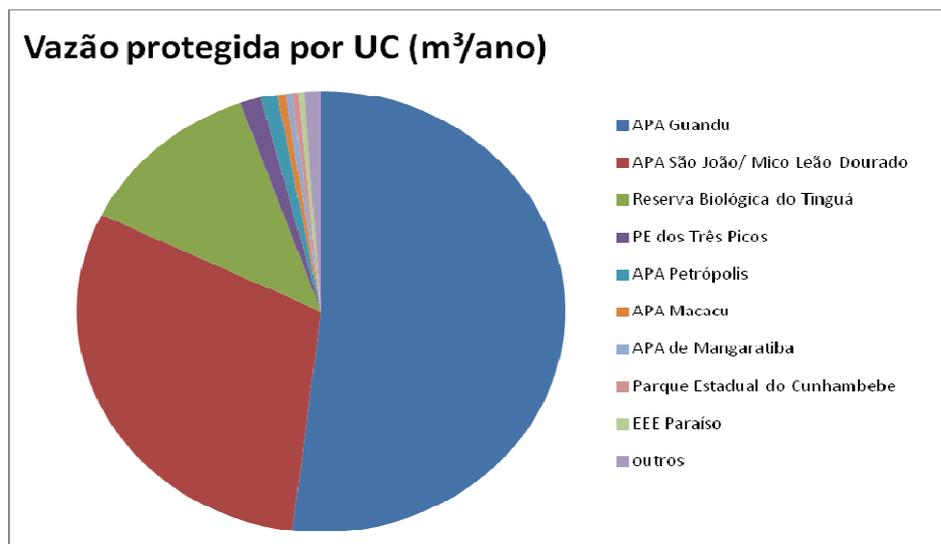


Figura 18. Unidades de conservação em relação a vazão anual das captações públicas abrangidas em seus limites.

Uma única unidade de conservação, de uso sustentável, abriga em seus limites um volume de água maior do que as outras dezenove UCs juntas, protegendo aproximadamente 550 milhões de m³ de água por ano.

A Área de Proteção Ambiental do rio Guandu abriga toda a bacia do rio Guandu em seus limites, que segundo Francisco & Carvalho (2004), é o principal sistema de abastecimento de água do Estado, que abastece a Baixada Fluminense e a cidade do Rio de Janeiro e apresenta uma capacidade de atendimento de 9,6 milhões de habitantes. O rio Guandu está localizado na vertente atlântica do Estado, porém recebe águas do rio Paraíba do Sul com desvio de 120 m³/s, enquanto a sua vazão média original é de apenas 3,2 m³/s. A vazão distribuída para o abastecimento pelo sistema é de 40 m³/s (SELLES, 2002).

A cidade do Rio de Janeiro e a Baixada Fluminense também são abastecidas por Ribeirão das Lajes, além de outros mananciais menores formando pequenos sistemas de abastecimento. A represa de Ribeirão das Lajes apresenta uma capacidade de atendimento de 1,1 milhão de habitantes, com uma vazão distribuída de 5 m³/s (CIDE, 2001).

A Área de Proteção Ambiental do rio São João/ Mico Leão Dourado é a segunda no ranking das UCs que protegem maior volume de água anual gerado pelas captações públicas (Figura 18). Esta protege quase 320 milhões de m³ de água anualmente, provindos da bacia do rio São João, que possui a Lagoa de Jurtunaíba em seus limites, responsável pelo abastecimento dos municípios da Região dos Lagos.

A Lagoa de Juturnaíba também está localizada na vertente atlântica do Estado, com uma área de 2.190km². Este sistema distribui uma vazão de 1,3 m³/s atendendo uma população de aproximadamente 490 mil habitantes. Durante os feriados e verão, a população quase quadruplica (Projeto PLANÁGUA - SEMADS/GTZ, 2001). Deve-se destacar que esta região é a mais seca do estado, e o rio São João não corta esta região, ou seja, a solução de abastecimento desta área já é feita pela transposição de águas entre regiões.

Logo em seguida da APA São João, vem a Reserva Biológica do Tinguá, o Parque Estadual dos Três Picos, a APA Petrópolis e, em sexto lugar no volume de água protegido, está a Área de Proteção Ambiental da Bacia do rio Macacu, que protege toda a bacia hidrográfica de mesmo nome. De acordo com Francisco & Carvalho (2004), a bacia do rio Macacu é a segunda mais importante no abastecimento de água do ERJ após a bacia do rio Guandu, que já foi citada anteriormente, com um total de 1.260 km² e localizada na vertente atlântica, é responsável, através do sistema Imunana-Laranjal, pelo abastecimento dos

municípios de São Gonçalo, Niterói e Itaboraí, atendendo a uma população de 1,2 milhão de habitantes, ou seja, 8% da população total do estado (CIDE, 2001).

Vale destacar que apesar da APA da bacia do rio Macacu proteger 5 captações públicas que geram anualmente 5 milhões e 700 mil m³ de água, aproximadamente, a bacia como um todo abriga mais nove captações públicas de água além das protegidas pela APA, que juntas geram 122.009.989,6 m³/ano.

Dessa forma, tem-se que as principais fontes de abastecimento do estado estão inseridas na bacia do rio Guandu, na bacia do rio São João e na bacia do rio Macacu e que todas estão protegidas por unidades de conservação. Porém, vale destacar, que essas são da categoria das áreas de proteção ambiental, ou seja, pertencem ao grupo de unidades de conservação de uso sustentável que possuem objetivos de conservação menos restritivos que permitem a ocupação humana em seus limites (SNUC, 2000).

No caso da APA da Bacia do rio Macacu, três das cinco captações de água abrangidas por esta UC, também estão protegidas por uma unidade mais restritiva que sobrepõe a APA na cabeceira de sua bacia, o Parque Estadual dos Três Picos (Figura 19). Dessa forma, o PETP protege 44,8% do total de água produzido pelas captações da APA Macacu.

A criação de uma APA é movida principalmente pela necessidade de ordenamento territorial em determinada região, de forma que o uso e ocupação do solo ordenados permitam a convivência das atividades desenvolvidas pelo homem com as atividades de preservação da natureza. Para isso, o planejamento do manejo desse território é indispensável. Este é legitimado por um documento denominado plano de manejo previsto na lei do SNUC para todas as UCs criadas, que deve conter além dos objetivos e metas da unidade de conservação, atividades a serem desenvolvidas e ainda o zoneamento da área protegida.

O zoneamento de uma UC é essencial para que as atividades ali permitidas de serem desenvolvidas pelo homem não causem impacto nas áreas que devem ser preservadas. Isto é aplicável tanto para as UCPI, quanto para as UCUS, como é o caso das APAs. Dessa forma, mesmo em uma área de proteção ambiental, o seu uso pode ser controlado de acordo com o zoneamento determinado.

No caso das APAs Guandu, São João e Macacu, essas devem ter a cabeceira de suas microbacias assim como suas captações públicas de água inseridas na zona mais restritiva do zoneamento para esta categoria, a zona de preservação da vida silvestre (ZPVS). Além disso, as atividades previstas de manejo dos recursos hídricos e de fiscalização executadas. Outra solução, talvez mais eficaz, seria a criação de unidades de conservação de proteção integral ou a ampliação das já existentes, de forma que as captações públicas de água fossem inseridas em seus limites.

Para a APA do rio São João, a ampliação da REBIO União, da REBIO Poço das Antas e do PE dos Três Picos, que são as UCPI mais próximas, protegeria as captações públicas de água inseridas nos limites da mesma (Figura 19). Para a APA da bacia do rio Macacu, a ampliação do PETP também poderia ser uma solução. Já para a APA Guandu, a UCPI mais próxima é a REBIO Tinguá, que pela sua já extensa área, entende-se que a criação de outra UC seria mais adequado.

Deve-se destacar que a solução de ampliação das UCPI existentes e a criação de outras, foi identificada quando se considerou única e exclusivamente o fator hidrológico, ou seja, a importância de proteção das captações de água responsáveis pelo abastecimento do estado, assunto que é abordado nesse estudo. Porém, outros fatores físicos, bióticos e sociais, quando analisados juntos, são essenciais para a tomada de decisão em questão.

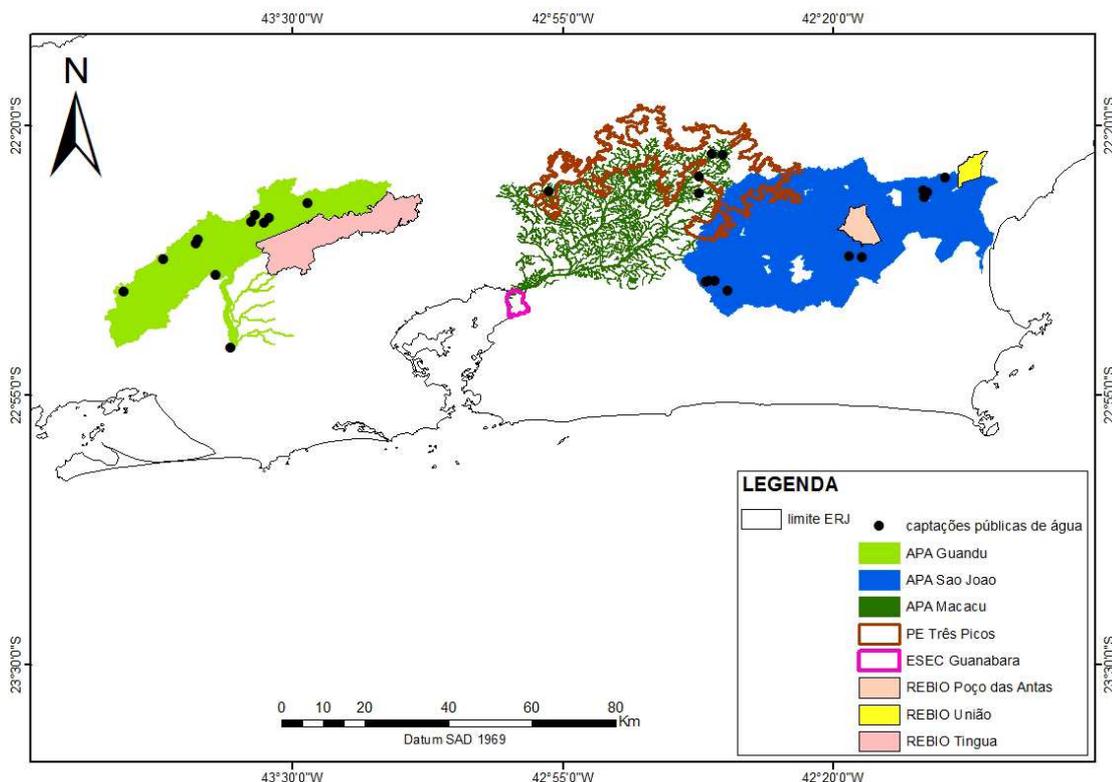


Figura 19. Distribuição atual das captações públicas de água nas APAs Guandu, São João e Macacu e as UCPI mais próximas.

4.2. Regiões Hidrográficas

A fim de aprofundar a discussão para cada região hidrográfica separadamente, serão discutidos dados referentes às unidades de conservação, por grupo e instância governamental, a disposição das mesmas ao longo da RH e possíveis sobreposições. A proteção das microbacias e das captações públicas de água por unidades de conservação também serão discutidas.

RH-I – Região Hidrográfica Baía da Ilha Grande

A RH-I possui duas unidades de conservação de uso sustentável e sete de proteção integral. Estando três UCs sob jurisdição federal e as outras seis sob jurisdição estadual (Tabela 11 e Figura 20).

Tabela 11. Unidades de conservação da RH-I. (Continua).

QTDE.	TUTELA	JURISDIÇÃO	TIPO	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	MUNICÍPIOS ABRANGIDOS
RH-I					
1	ICMBio	FEDERAL	Uso sustentável	APA Cairucú	Paraty
2	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	ESEC Tamoios	Angra dos Reis, Paraty
3	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	PN da Serra da Bocaina	Angra dos Reis, Paraty
4	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	PE Ilha Grande	Angra dos Reis
5	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	APA Tamoios	Angra dos Reis
6	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	Reserva Ecológica da Joatinga	Paraty

Tabela 11. Continuação.

QTDE.	TUTELA	JURISDIÇÃO	TIPO	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	MUNICÍPIOS ABRANGIDOS
RH-I					
7	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	PE Marinho do Aventureiro	Angra dos Reis
8	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	REBIO Estadual da Praia do Sul	Angra dos Reis
9	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	PE Cunhambebe	Angra dos Reis

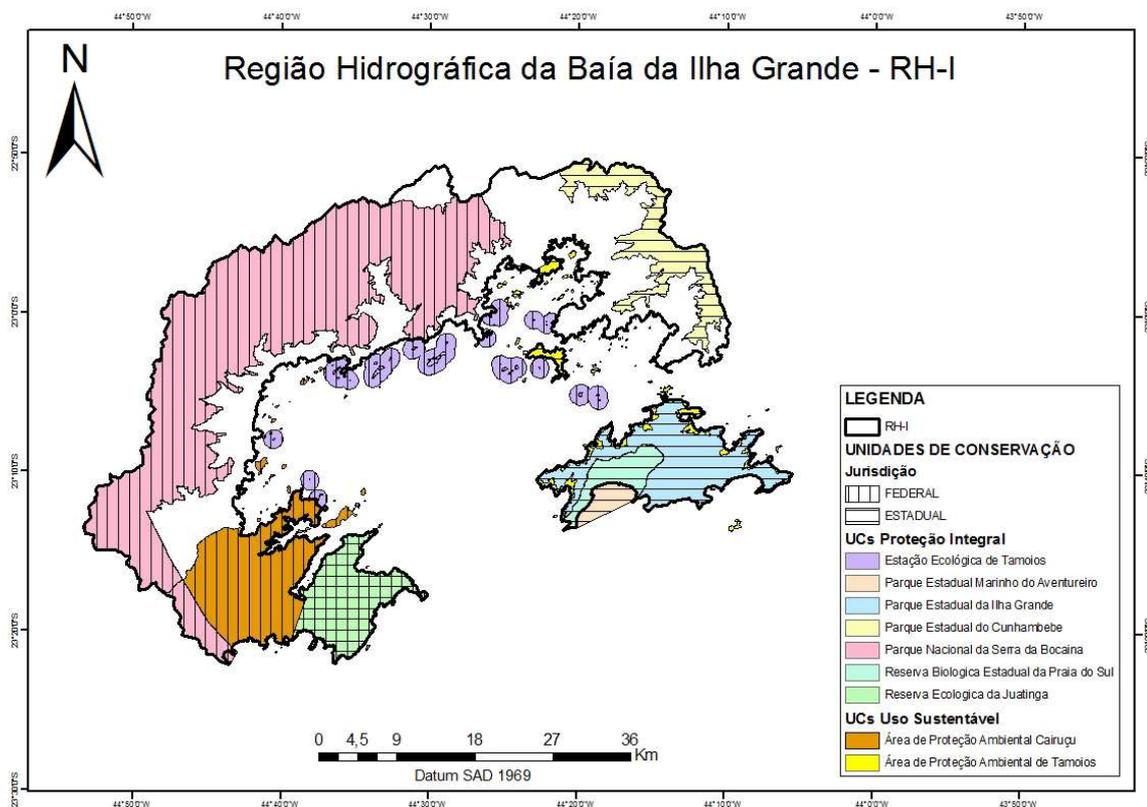


Figura 20. Unidades de Conservação da RH-I.

As Unidades estão distribuídas ao longo de toda região hidrográfica, ocupando os terços superior, médio e inferior, o que representa a proteção de 30 das 31 microbacias existentes na RH-I (Figura 21). O Parque Nacional da Bocaina, ocupa quase toda zona de recarga da RH, em que parte também se encontra protegida pelo Parque Estadual do Cunhambebe.

Essa grande ocupação por UCs na RH-I aumenta a possibilidade de sobreposição das mesmas, o que podemos ver na APA Cairuçu, que está totalmente sobreposta ao Parque Nacional da Serra da Bocaina e a Reserva Ecológica da Joatinga, esta última está sendo estudada para recategorização para Parque atualmente. Dessa forma, serão duas UCs com categorias de manejo mais restritivas do que a APA, dando maior proteção ao local. Esse fato faz com que seja levantado o questionamento da função da APA Cairuçu e necessidade de sua existência.

Outra sobreposição ocorre na Ilha Grande, distrito do município de Angra dos Reis, em que toda ilha é considerada APA Tamóios, além de outras pequenas ilhas na região. Porém, em grande parte da Ilha Grande, acima da cota 100m, a APA está sobreposta ao

Parque Estadual da Ilha Grande, a Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul e ao Parque Marinho Estadual do Aventureiro, todas UCs estaduais.

Portanto, a RH mais protegida por unidades de conservação no estado, 71,74% de seu território, apresenta todas as UCs com predominância de administração de uso indireto, já que as duas APAs existentes estão sobrepostas por UCPIs, fortalecendo o caráter restritivo de ocupação humana.

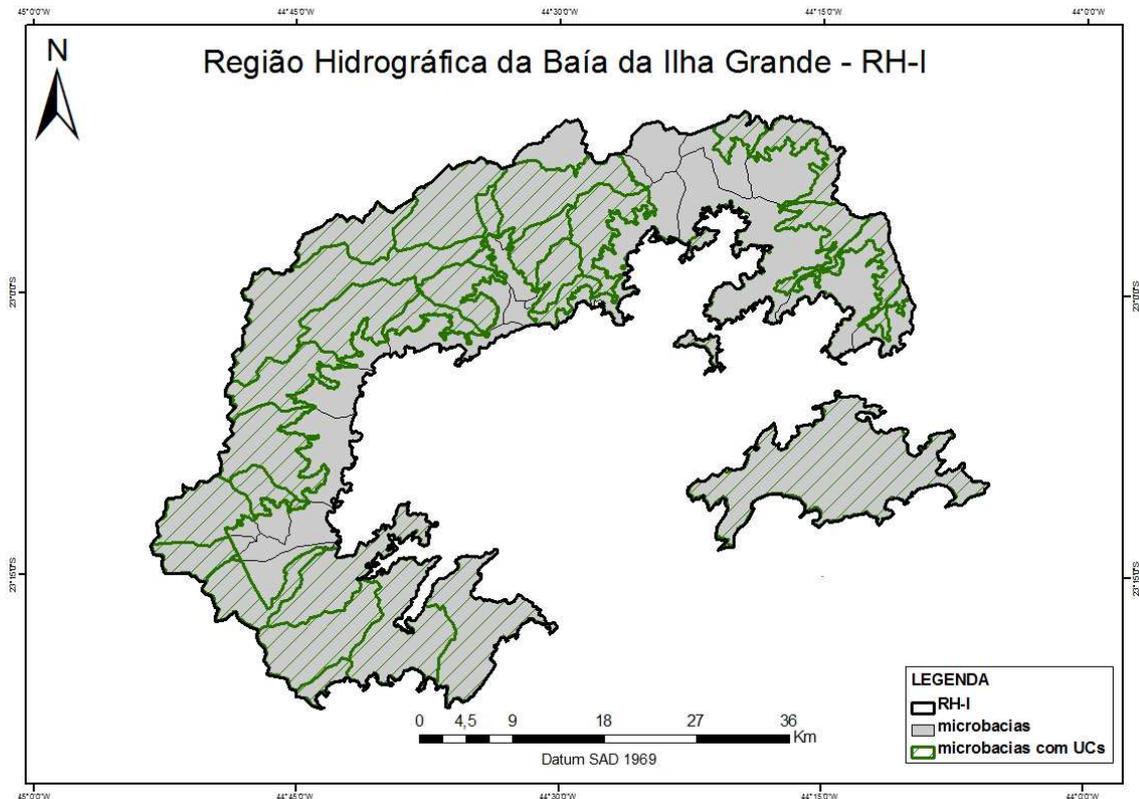


Figura 21. Microbacias ocupadas por unidades de conservação na RH-I.

A RH-I tem a característica de possuir captações públicas de água acumuladas na mesma microbacia, já que apresenta 65 captações distribuídas em 13 microbacias. Em relação a proteção dessa por UCs, enquanto 100% de suas microbacias com captação pública de água encontra-se protegida, 33,8% das captações estão inseridas nos limites de uma unidade de conservação (Figura 22).

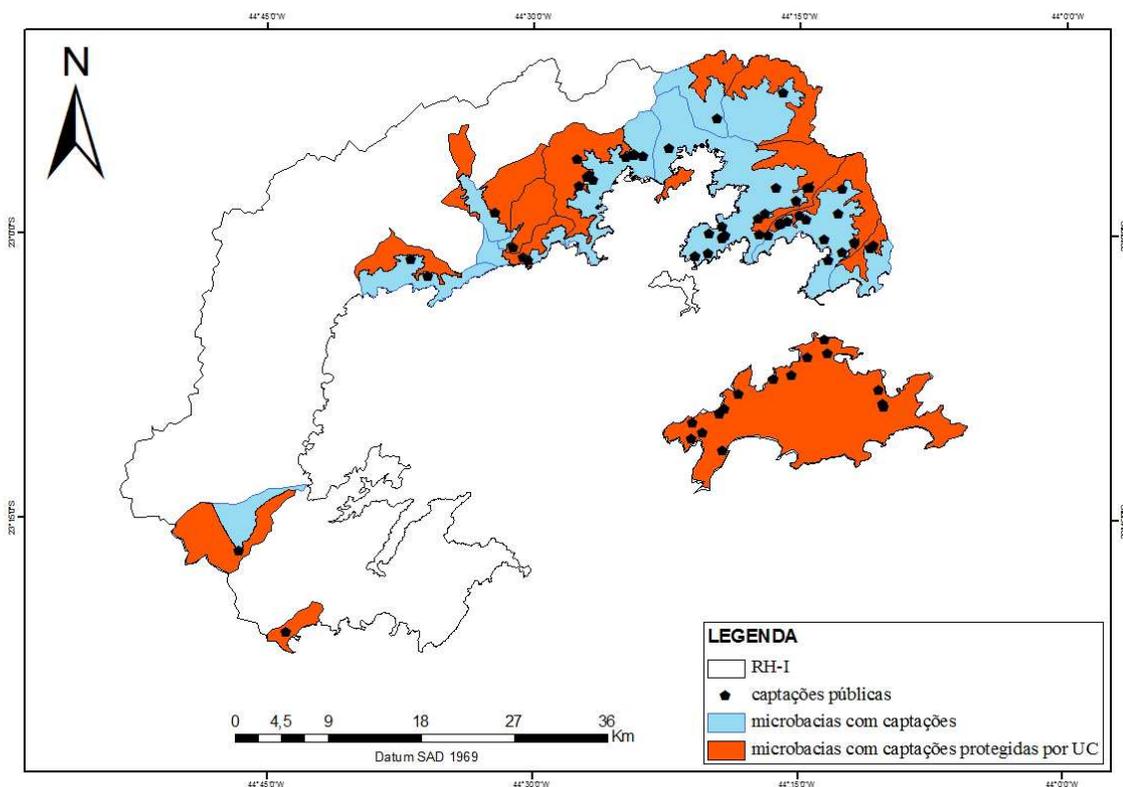


Figura 22. Microbacias com captação pública de água protegidas por UC na RH-I.

RH-II – Região Hidrográfica Guandu

A RH-II possui cinco unidades de conservação de uso sustentável e cinco de proteção integral. Estando somente duas UCs sob jurisdição federal e as outras oito sob jurisdição estadual (Tabela 12 e Figura 23).

Tabela 12. Unidades de conservação da RH-II.

QTDE.	TUTELA	JURISDIÇÃO	TIPO	UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	MUNICÍPIOS ABRANGIDOS
RH-II					
1	ICMBio	FEDERAL	Uso sustentável	FLONA Mario Xavier	Seropédica
2	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	REBIO do Tinguá	Miguel Pereira, Nova Iguaçu
3	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	APA Mangaratiba	Mangaratiba
4	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	APA Gericinó-Mendanha	Rio de Janeiro, Nova Iguaçu
5	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	APA Tamoios	Angra dos Reis
6	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	PE da Pedra Branca	Rio de Janeiro
7	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	PE Cunhambebe	Rio Claro, Mangaratiba
8	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	APA Sepetiba II	Rio de Janeiro
9	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	REBIO Estadual Araras	Miguel Pereira
10	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	Reserva Biológica e Arqueológica de Guaratiba	Rio de Janeiro

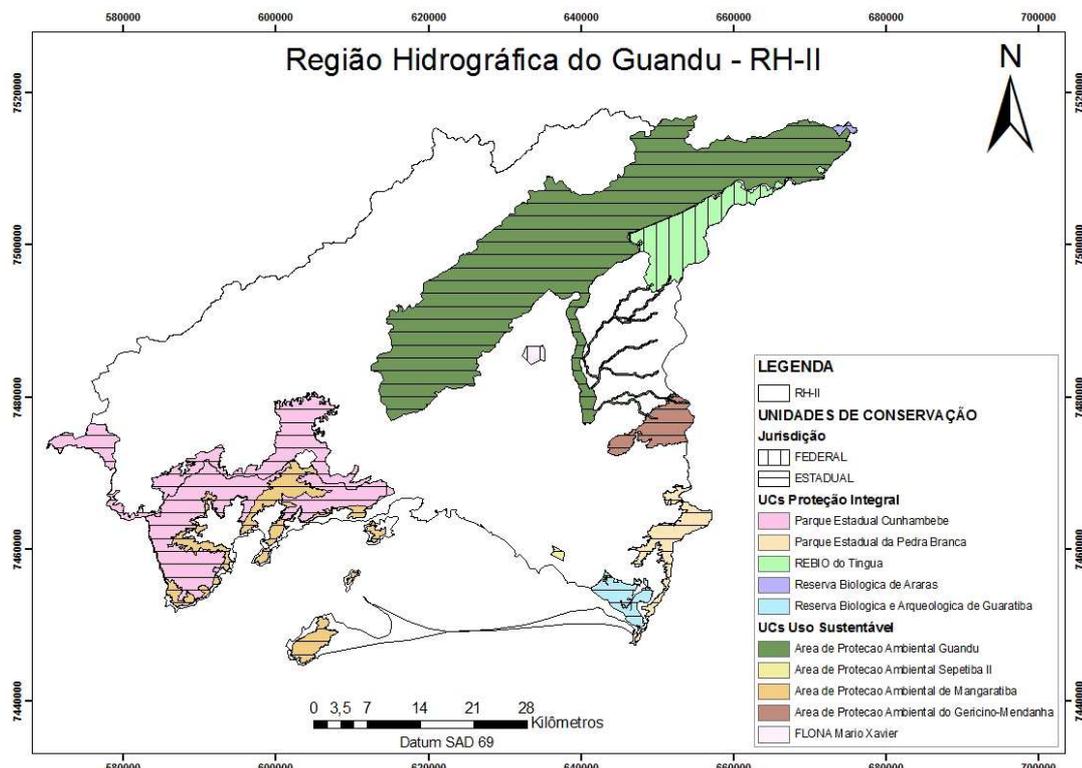


Figura 23. Unidades de Conservação da RH-II.

Das 86 microbacias existentes na RH-II, 63 estão protegidas por unidades de conservação, estando sua maioria posicionada no terço médio da região hidrográfica do Guandu (Figura 24). O terço superior, responsável pela captação de água da chuva e regulação do lençol freático, encontra-se em sua maior parte desprotegido por essas unidades, estando ocupado somente por uma porção da REBIO Araras, que se estende para RH-IV e por outra porção da APA Guandu e do PE do Cunhambebe, que se estendem pelo terço médio da RH em questão.

A APA Guandu é a unidade de maior extensão territorial, destacando a RH-II como a terceira mais protegida do estado (35,46% de seu território). Porém, é merecido chamar a atenção de que esta é uma UCUS, que permite o uso direto dos recursos naturais, incluindo a ocupação humana. E ainda que, as cinco UC de uso direto, ocupam uma maior área da RH (107.436,7 ha) do que as UCPI juntas (82.987,2 ha), apesar de estarem em mesmo número. Portanto, nem sempre a região hidrográfica com território mais ocupado por UC, significa que também é a mais protegida.

Em relação a sobreposição, destacamos o Parque Estadual do Cunhambebe à APA de Mangaratiba, além da APA Guandu que é sobreposta em pequena parte pela REBIO Tinguá e pela APA do Gericinó-Mendanha.

Diferentemente da RH-I, a Região Hidrográfica do Guandu apresenta boa distribuição das captações públicas de água em relação as microbacias, pois apresenta 42 captações em 26 microbacias. Quando comparada às outras nova regiões, enquanto a RH-II aparece na quinta posição em relação ao número de microbacias com captação pública de água, a mesma encontra-se em sétima em relação ao número de captações.

Quando se trata da proteção por UCs, 80,76% das microbacias com captação pública de água encontra-se protegida na RH-II e 54,76% das captações estão inseridas nos limites de uma unidade de conservação (Figura 25).

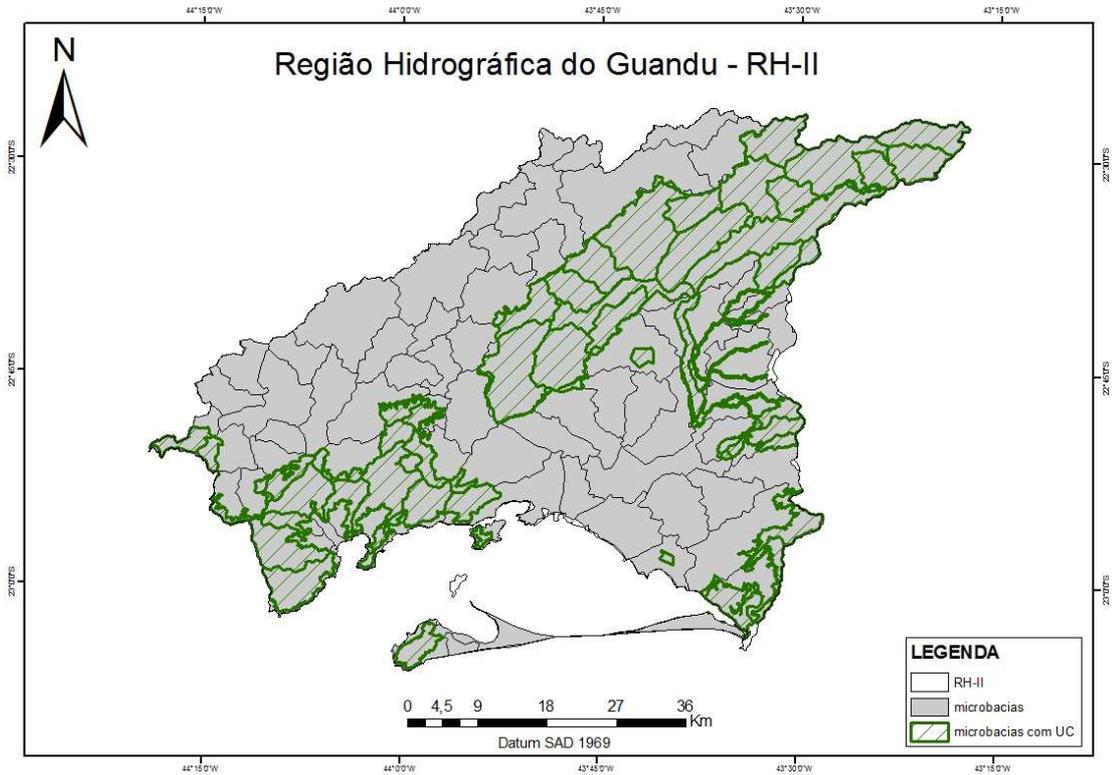


Figura 24. Microbasins ocupadas por unidades de conservação na RH-II.

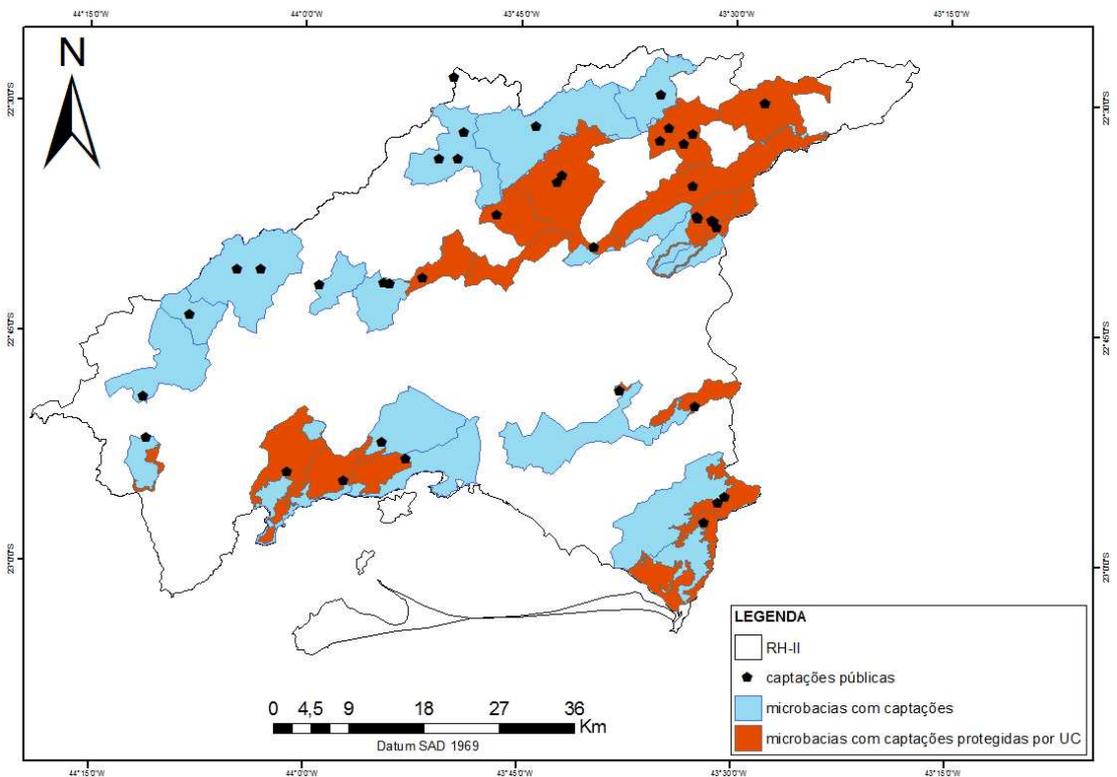


Figura 25. Microbasins com captação pública de água protegidas por UC na RH-II.

RH-III – Região Hidrográfica Médio Paraíba do Sul

A RH-III possui duas UCs de uso sustentável e duas de proteção integral. Sendo três sob jurisdição do ICMBio, enquanto somente uma é administrada pelo INEA (Tabela 13 e Figura 26).

Tabela 13. Unidades de conservação da RH-III.

QTDE.	TUTELA	JURISDIÇÃO	TIPO	UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	MUNICÍPIOS ABRANGIDOS
RH-III					
1	ICMBio	FEDERAL	Uso sustentável	APA da Serra da Mantiqueira	Resende, Itatiaia
2	ICMBio	FEDERAL	Uso sustentável	ARIE Floresta da Cicuta	Barra Mansa, Volta Redonda
3	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	PN de Itatiaia	Resende, Itatiaia
4	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	PE Serra da Concórdia	Valença

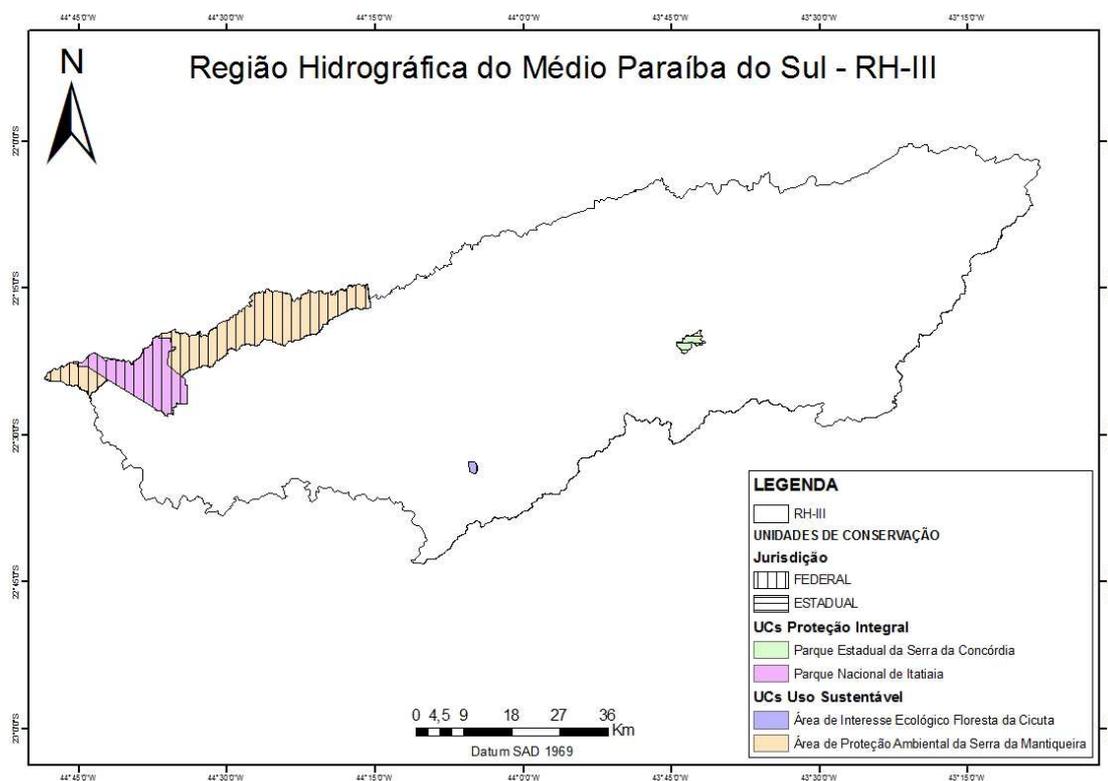


Figura 26. Unidades de Conservação da RH-III.

A RH-III é uma das regiões com menor área protegida do estado, estando na quarta posição, perdendo somente para a RH-X, RH-VII e RH-IX, nessa ordem. Por outro lado, esta fica em segundo lugar quando se trata de sua extensão territorial (643.078,72ha) e do número de microbacias existentes (141), o que mostra antagonismo nos resultados.

Segundo Dias (1999) *apud* Machado (2007) a região do Médio Vale do Paraíba, em meados do século XIX, foi considerada como “Área de Excelência Nacional”, devido sua alta produtividade de café, após o desmatamento de forma descontrolada da Mata Atlântica na região para o plantio da monocultura, que após seu declínio, deu lugar a implantação de

pastagens para criação de gado no sistema extensivo. O autor relata ainda que a super lotação, pisoteio de gado e o uso de fogo causando o raleamento da cobertura do solo, proporcionou a intensificação dos processos erosivos, tendo como resultado, numerosas voçorocas na paisagem atual.

Conforme o Plano de Recursos Hídricos da Bacia do rio Paraíba do Sul (CEIVAP, 2002), a região do Médio Vale Paraíba é considerada a mais crítica de toda a bacia em relação ao aspecto vulnerabilidade à erosão, já que nesse trecho, 50% da área está no nível de alta a muito alta vulnerabilidade. Isso contribui para o assoreamento do rio Paraíba do Sul, que possui elevada importância do abastecimento de água para o município e região metropolitana do RJ, atendendo a uma população de mais de nove milhões de pessoas (CEIVAP, 2002).

Como solução para este quadro de degradação da região, Machado (2007) propõe ações preventivas e corretivas visando a interrupção do crescimento de voçorocas, que contribuirá para sua adequação ambiental através da recuperação da vegetação e proteção de áreas de preservação permanente, funcionando ainda como matriz florestal para refúgio da vida silvestre e fonte de propágulos para disseminação nas áreas do entorno.

A proteção das microbacias estratégicas que compõem a RH-III por unidades de conservação também é uma solução para evitar os processos erosivos e o assoreamento do rio Paraíba do Sul no seu trecho médio. Das 141 microbacias pertencentes a RH-III, somente 23 estão contempladas com unidades de conservação (Figura 27). Estando essas representadas em uma pequena porção do terço superior da RH no noroeste do estado pela APA da Mantiqueira e o PN Itatiaia, que juntos ocupam 18 das 23 microbacias protegidas.

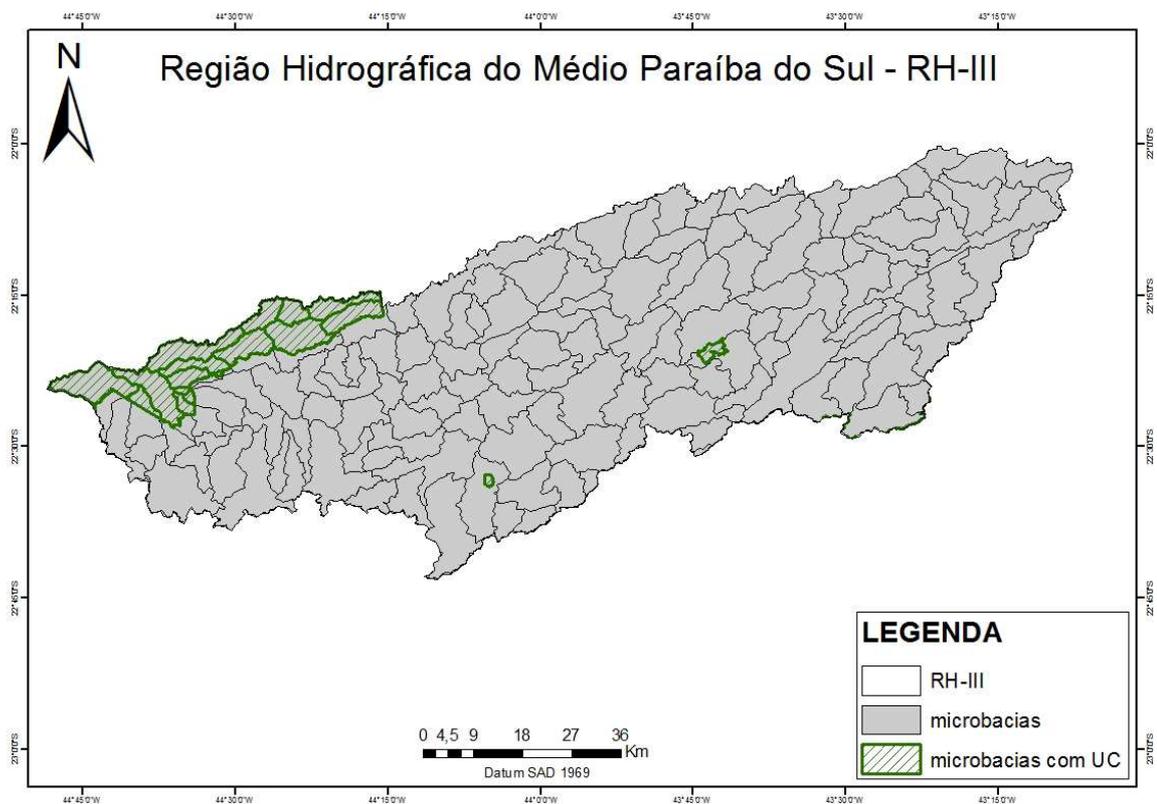


Figura 27. Microbacias ocupadas por unidades de conservação na RH-III.

A RH-III é a região com maior número de microbacias com captação pública de água (40) e também apresenta boa distribuição das captações (68) ao longo de suas microbacias. Porém, em termos de proteção dos recursos hídricos por unidades de conservação, os

resultados não são positivos, pois apenas 15% das microbacias com captação são protegidas e 1,47% das captações encontram-se dentro dos limites de uma UC (Figura 28).

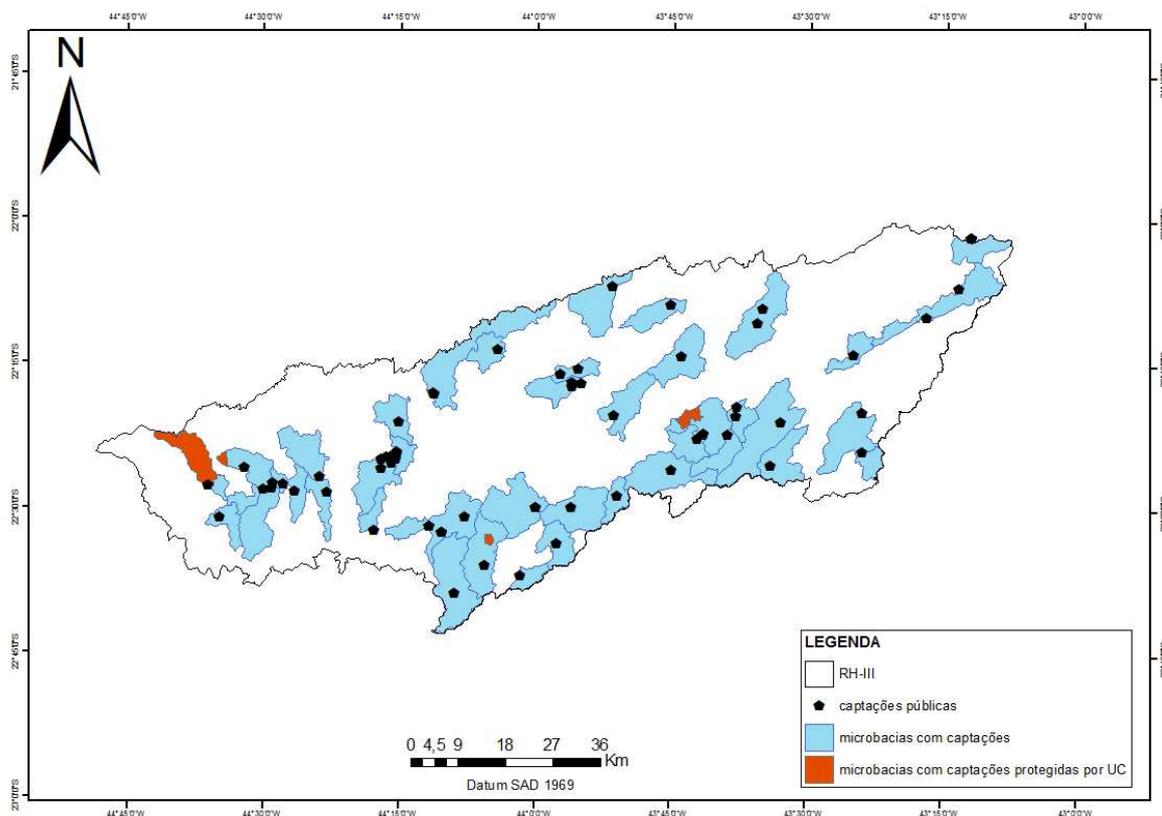


Figura 28. Microbacias com captação pública de água protegidas por UC na RH-III.

RH-IV – Região Hidrográfica Piabanha

Das sete unidades de conservação abrangidas pela RH-IV, quatro são de proteção integral e somente duas estão sob jurisdição federal, a APA Petrópolis e a REBIO Tinguá (Tabela 14 e Figura 29).

Tabela 14. Unidades de conservação da RH-IV.

Qtde.	Tutela	Jurisdição	Tipo	Unidade de conservação	Municípios abrangidos
RH-IV					
1	ICMBio	FEDERAL	Uso sustentável	APA de Petrópolis	Petrópolis
2	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	REBIO do Tinguá	Petrópolis
3	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	PN Serra dos Órgãos	Petrópolis, Teresópolis
4	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	PE dos Três Picos	Teresópolis
5	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	APA dos Frades	Teresópolis
6	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	APA do Jacarandá	Teresópolis
7	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	REBIO Estadual Araras	Petrópolis

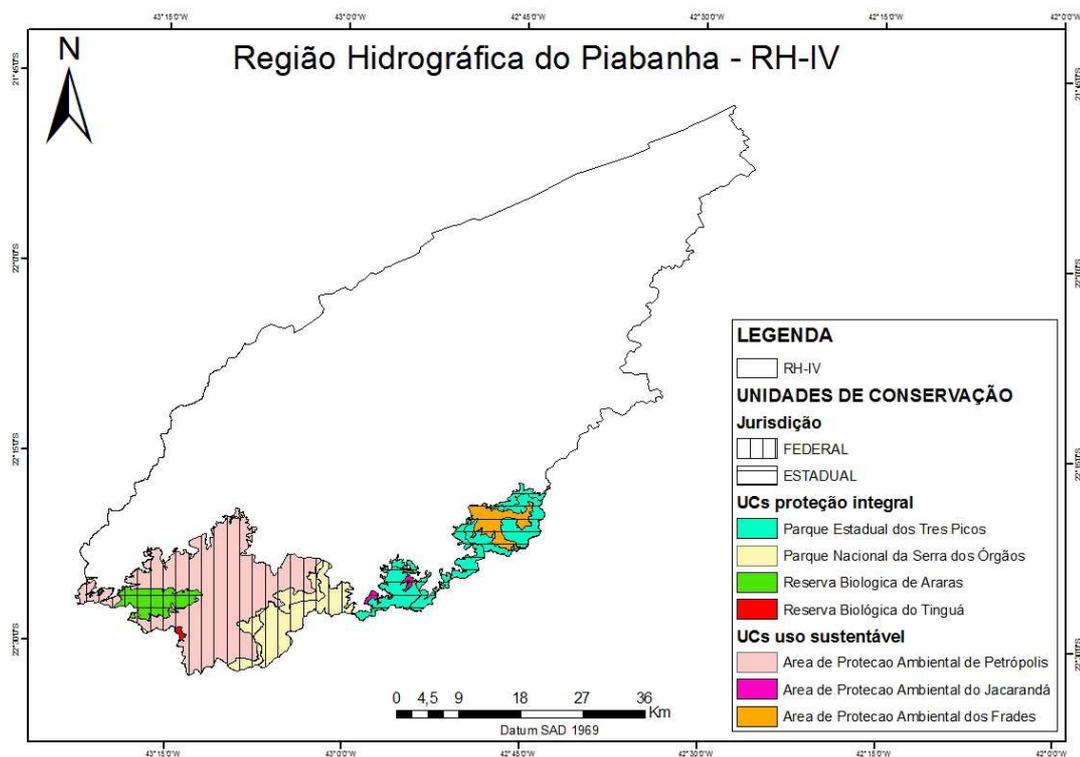


Figura 29. Unidades de Conservação da RH-IV.

As UCs estão em sua totalidade localizadas no terço superior da região hidrográfica do Piabanha, protegendo 16,21% de sua área total e 25 microbacias das 86 existentes (Figura 30), sendo a APA Petrópolis a responsável pela maior proteção em termos de área (36.770,29 ha).

De acordo com CEIVAP (2007), a cobertura vegetal predominante da RH-IV é composta por campos e pastagens, que cobrem 37,3% de toda área em questão, ficando a vegetação secundária com 36,4% do território, a cobertura florestal com 17,1%, e as áreas destinadas aos demais usos com valores de menor expressão.

Outro dado interessante do mesmo estudo, está relacionado a cobertura florestal da região, em que a área ocupada por estas é de aproximadamente 75.000 ha, que, conforme já mencionado, correspondem 17,1% da área total, que é um número muito próximo dos 16,21% encontrados pela presença de UCs nessa pesquisa. Dentre os municípios que individualmente mais contribuem, estão: Petrópolis e Teresópolis que apresentam, individualmente, áreas superiores a 20.000 ha de florestas, e juntos, o correspondente a 33,0% do total da bacia em questão.

Todas as unidades apresentam algum tipo de sobreposição. A REBIO Araras está completamente sobreposta pela APA Petrópolis e o PN Serra dos Órgãos por parte dessa. Já a APA dos Frades e a APA do Jacarandá estão quase totalmente cobertas pelo PE dos Três Picos, todos sob administração do INEA. Vale salientar que prevalecem as normas da categoria mais restritiva quando há alguma sobreposição entre UCs.

A RH-IV apresenta a pior distribuição das captações públicas de água ao longo de suas microbacias. São 85 captações em 23 microbacias, sendo 86 o número total de microbacias abrangidas pela Região Hidrográfica do Piabanha. O resultado da proteção dessas por UCs, diferentemente da distribuição, é positivo, já que 65,21% das microbacias com captação estão protegidas por unidades e também 49,41% das captações (Figura 31).

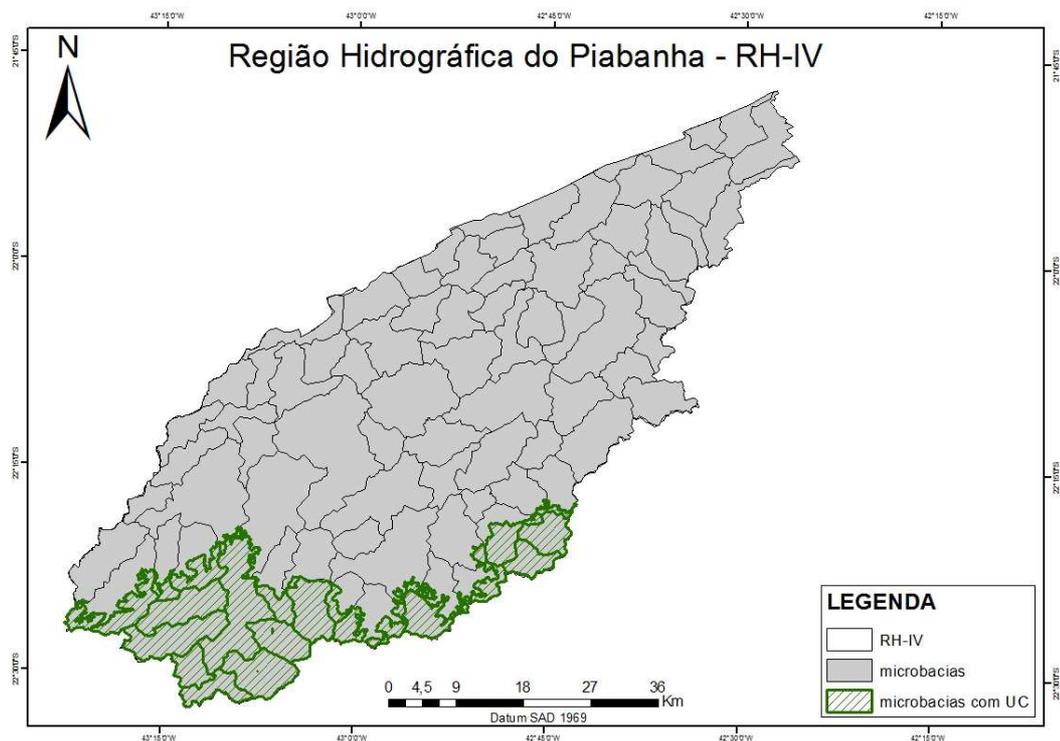


Figura 30. Microbacias ocupadas por unidades de conservação na RH-IV.

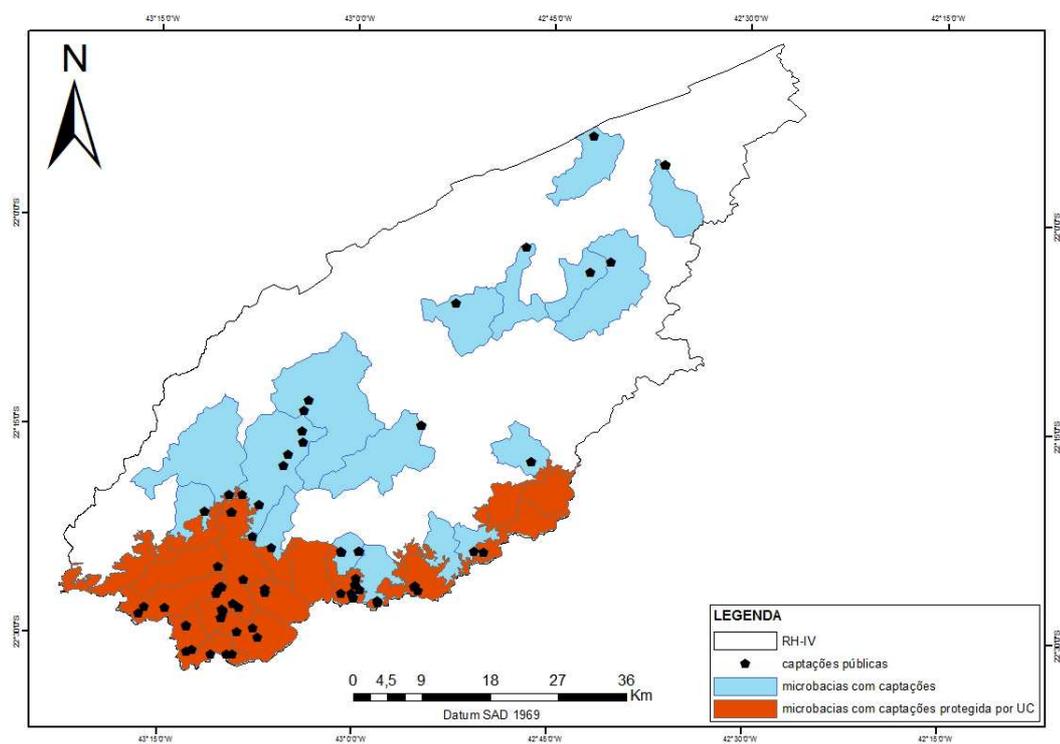


Figura 31. Microbacias com captação pública de água protegidas por UC na RH-IV.

RH-V – Região Hidrográfica Baía de Guanabara

Na RH-V, dez unidades de conservação são de proteção integral e seis de uso sustentável. Enquanto também dez, porém nem sempre as mesmas, estão sob administração do estado e seis sob administração do governo federal (Tabela 15 e Figura 32).

Tabela 15. Unidades de conservação da RH-V.

QTDE.	TUTELA	JURISDIÇÃO	TIPO	UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	MUNICÍPIOS ABRANGIDOS
RH-V					
1	ICMBio	FEDERAL	Uso sustentável	APA de Guapimirim	Guapimirim, Magé, São Gonçalo, Itaboraí
2	ICMBio	FEDERAL	Uso sustentável	APA de Petrópolis	Duque de Caxias, Magé, Guapimirim
3	ICMBio	FEDERAL	Uso sustentável	APA do Rio São João/ Mico Leão Dourado	Cachoeiras de Macacu, Rio Bonito
4	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	PN da Tijuca	Rio de Janeiro
5	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	REBIO do Tinguá	Nova Iguaçu, Duque de Caxias
6	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	ESEC Guanabara	Guapimirim, Itaboraí
7	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	PN Serra dos Órgãos	Magé, Guapimirim
8	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	APA Bacia do Rio Macacú	Itaboraí, Guapimirim, Cachoeiras de Macacú
9	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	APA do Gericinó-Mendanha	Rio de Janeiro, Mesquita e Nova Iguaçu
10	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	ESEC Estadual Paraíso	Guapimirim, Cachoeira de Macacú
11	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	PE dos Três Picos	Guapimirim
12	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	PE da Pedra Branca	Rio de Janeiro
13	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	PE da Serra da Tiririca	Niterói, Maricá
14	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	PE da Chacrinha	Rio de Janeiro
15	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	Reserva Florestal do Grajaú	Rio de Janeiro
16	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	APA de Marica	Maricá

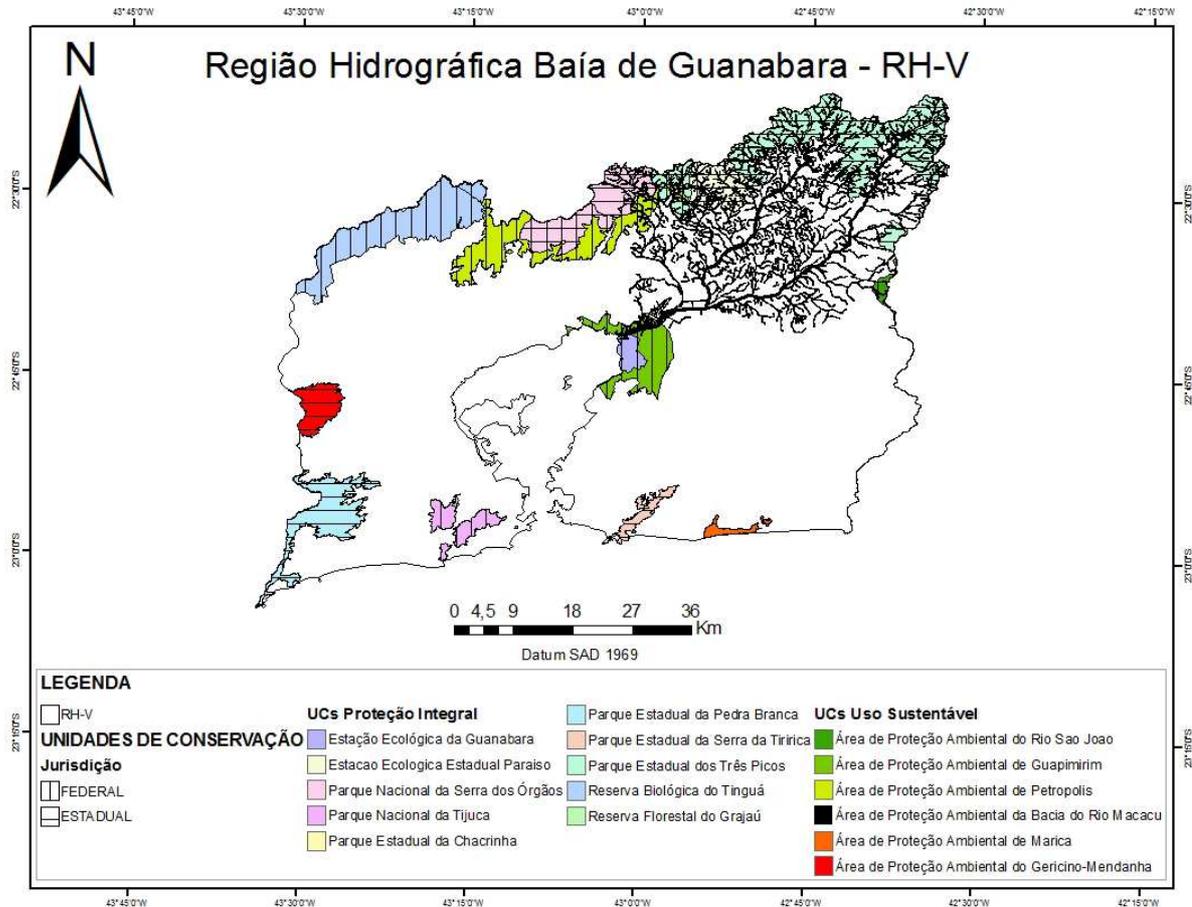


Figura 32. Unidades de Conservação da RH-V.

As 20 unidades de conservação protegem juntas 26,81% da área total da região hidrográfica e ocupam os três terços da mesma, porém com maior concentração no terço superior, seguido do inferior, o que representa 70 microbacias das 99 existentes (Figura 33).

A APA da bacia do rio Macacú é a UC que mais contribui para essa proteção devido sua extensa área de 19.508,09 ha, que devido a isso, também é alvo de maior número de sobreposições parciais por outras seis UCs, sendo: o PE dos Três Picos, a APA do rio São João/ Mico Leão Dourado, a ESEC Guanabara, a APA Guapimirim, a APA Petrópolis e o PN Serra dos Órgãos.

Outras sobreposições foram registradas pela ESEC Guanabara que está completamente inserida na APA Guapimirim e a pela APA Petrópolis, que está sobreposta parcialmente à REBIO Tinguá, ao PN Serra dos Órgãos e ao PE Três Picos. O PN Tijuca também ocupa parte da área da Reserva Florestal do Grajaú.

De acordo com o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía da Guanabara (ECOLOGUS-AGAR, 2005), um estudo contratado para o ano de 2001, apontou que o uso do solo da região está predominado pela agricultura/ pastagem (45,5%), seguido pelas áreas florestadas (28,6%) e pela área urbana (21,8%) com uma população de mais de 10 milhões de habitantes distribuída em 16 municípios. Esses resultados, quando comparado com aqueles de 3 anos atrás (1998), expõem um incremento de 4,3% e 2,7% para a primeira e terceira classes, enquanto uma perda de cobertura florestal de 5,1%, para toda RH-V.

Dessa forma, a criação de UCs e principalmente, para o caso desta região que 70,70% de suas microbacias encontram-se ocupadas por estas, a sua gestão eficaz é essencial para o manutenção da cobertura florestal, não permitindo uma maior perda dessa classe no uso do

solo. Pode-se perceber que a porcentagem de área protegida por unidades de conservação hoje (26,81%) corresponde aproximadamente a área de cobertura florestal apresentada pelo estudo acima (28,6%).

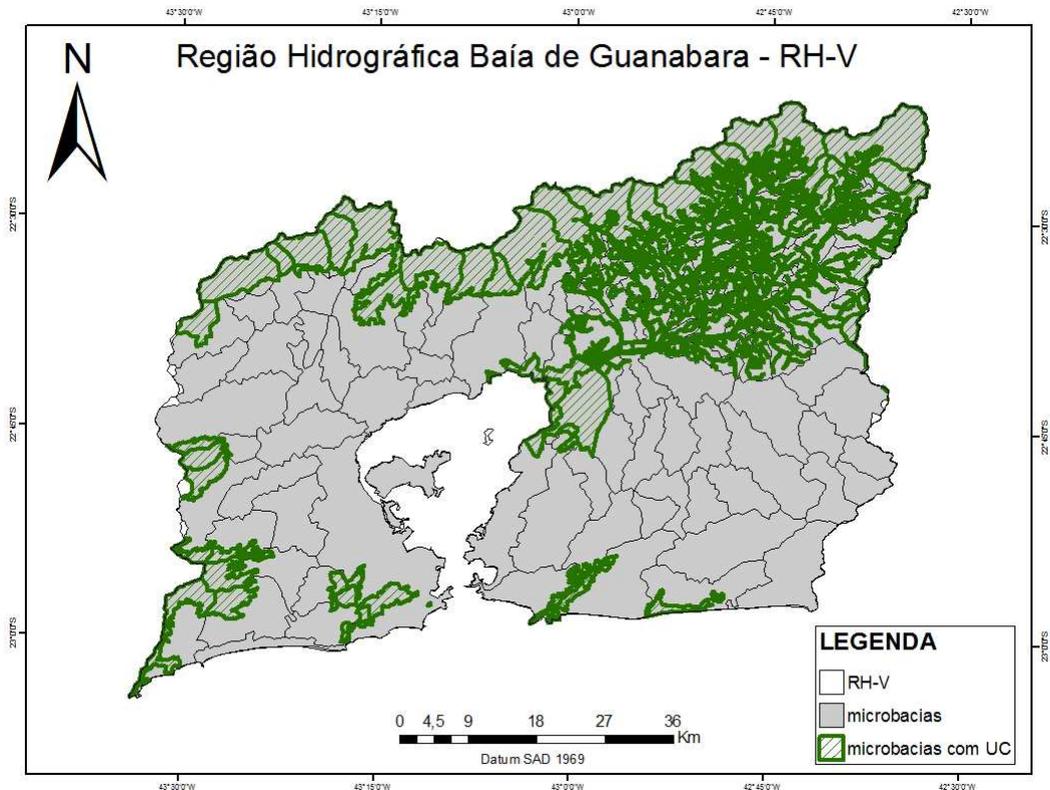


Figura 33. Microbacias ocupadas por unidades de conservação na RH-V.

A RH-V tem a característica de acúmulo de captações públicas de água ao longo de suas microbacias, assim como para a RH-I e RH-IV. A Região Hidrográfica da Baía de Guanabara possui 85 captações de água para 33 microbacias, do total de 99. 93,93% das microbacias com captação estão protegidas parcialmente e/ou totalmente por unidades de conservação, enquanto 70,58% das captações estão inseridas nos limites de UCs, o que significa um bom resultado para proteção dos recursos hídricos na região (Figura 34).

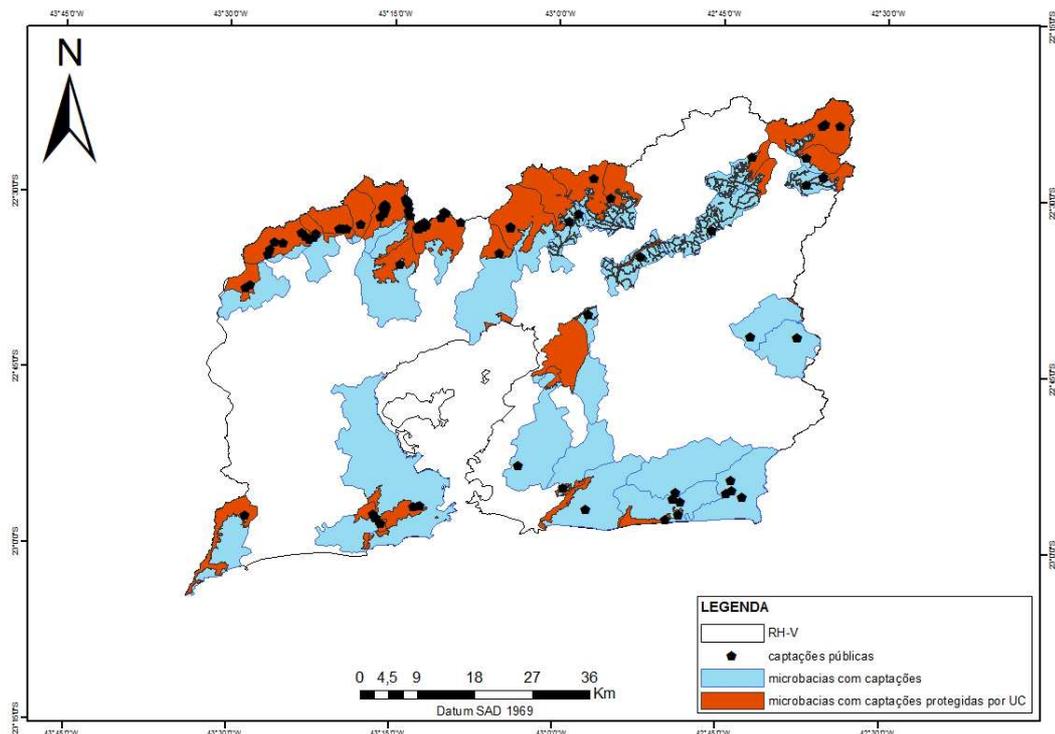


Figura 34. Microbacias com captação pública de água protegidas por UC na RH-V.

RH-VI – Região Hidrográfica Lagos São João

Das dez UCs pertencentes a RH-VI, metade é de uso sustentável e a outra metade de proteção integral, sendo que quatro são administradas pelo governo federal e o restante pelo estadual (Tabela 16 e Figura 35).

Tabela 16. Unidades de conservação da RH-VI. (Continua).

QTDE.	TUTELA	JURISDIÇÃO	TIPO	UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	MUNICÍPIOS ABRANGIDOS
RH-VI					
1	ICMBio	FEDERAL	Uso sustentável	RESEX Marinha do Arraial do Cabo	Arraial do Cabo, Araruama
2	ICMBio	FEDERAL	Uso sustentável	APA do Rio São João/ Mico Leão Dourado	Cachoeira de Macacu, Rio Bonito, Silva Jardim, Araruama, Cabo Frio, Casimiro de Abreu
3	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	REBIO Poço das Antas	Silva Jardim
4	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	REBIO UNIAO	Casimiro de Abreu
5	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	APA da Serra de Sapatiba	Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia
6	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	APA Pau-Brasil	Cabo Frio, Búzios
7	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	PE dos Três Picos	Silva Jardim
8	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	Reserva Ecológica Estadual de Jacarepia	Saquarema

Tabela 16. Continuação.

QTDE.	TUTELA	JURISDIÇÃO	TIPO	UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	MUNICÍPIOS ABRANGIDOS
RH-VI					
9	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	APA de Massambaba	Saquarema, Araruama, Arraial do Cabo
10	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	Reserva Ecológica Estadual de Massambaba	Arraial do Cabo

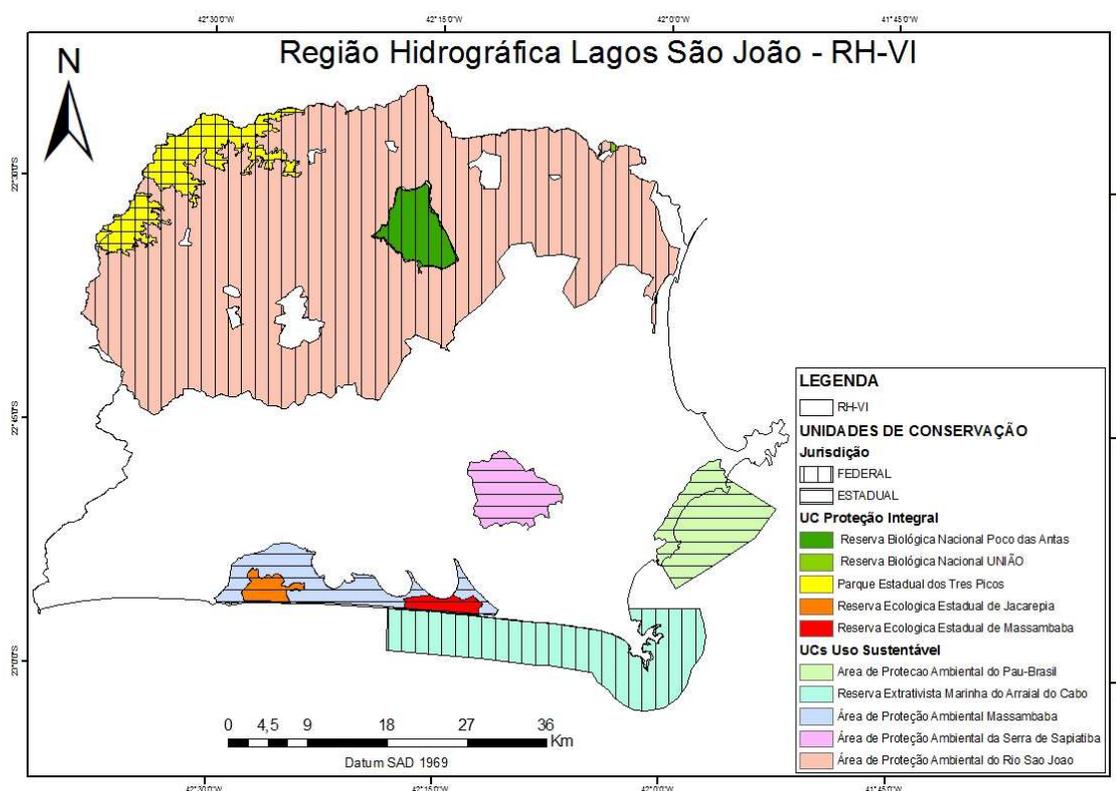


Figura 35. Unidades de Conservação da RH-VI.

As UCs ocupam todo terço superior da RH, protegendo 100% de sua zona de recarga, com destaque também de proteção do terço inferior, o que representa que das 66 microbacias existentes na referida região, 51 são protegidas por essas unidades de conservação (Figura 36).

A região hidrográfica Lagos São João é a segunda do Estado com maior área protegida por unidades de conservação, totalizando 47,22% do território, sendo a APA do rio São João/Mico Leão Dourado a maior contribuinte para este número, já que somente esta protege uma área de 150.537,76 ha.

As sobreposições de UCs existentes são: a APA do rio São João sobreposta parcialmente pela REBIO União e pelo PE Três Picos; a REBIO Poço das Antas totalmente inserida nos limites da mesma APA; e as Reservas Ecológicas Estaduais da Jacarepia e da Massambaba totalmente inseridas dentro da APA de Massambaba.

A Região Hidrográfica Lagos São João apresenta boa distribuição das suas captações públicas de água em relação as microbacias. A mesma possui 63,63% de suas microbacias protegidas por unidades de conservação, enquanto 47,36% das captações estão inseridas em seus limites (Figura 37).

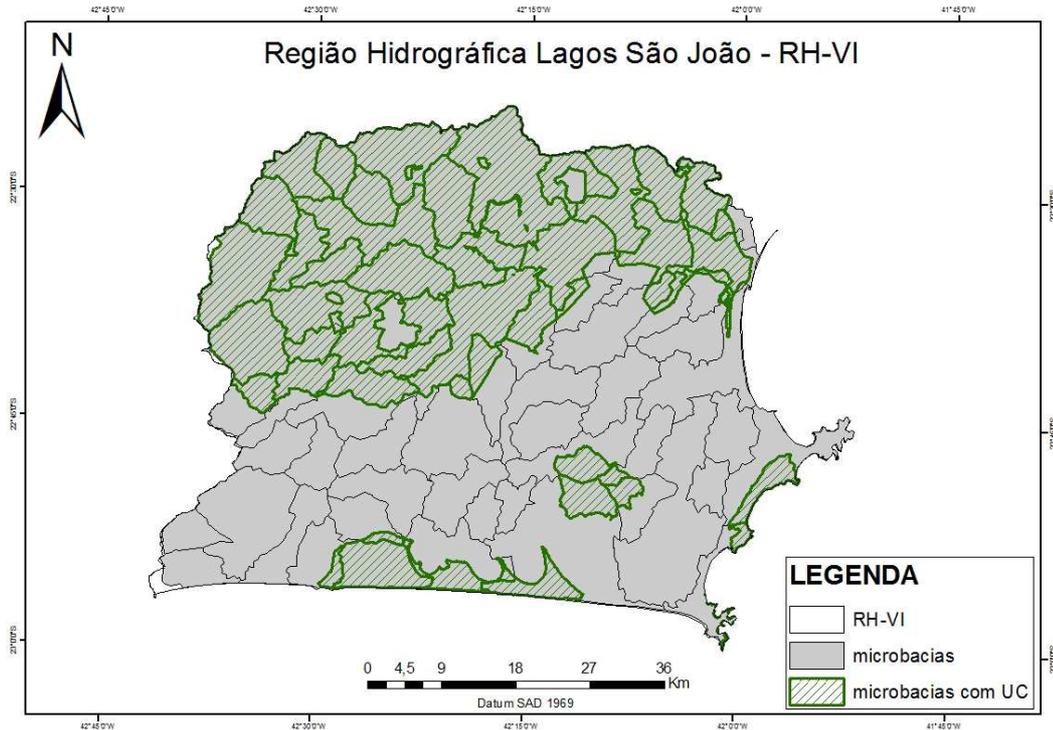


Figura 36. Microbasias ocupadas por unidades de conservação na RH-VI.

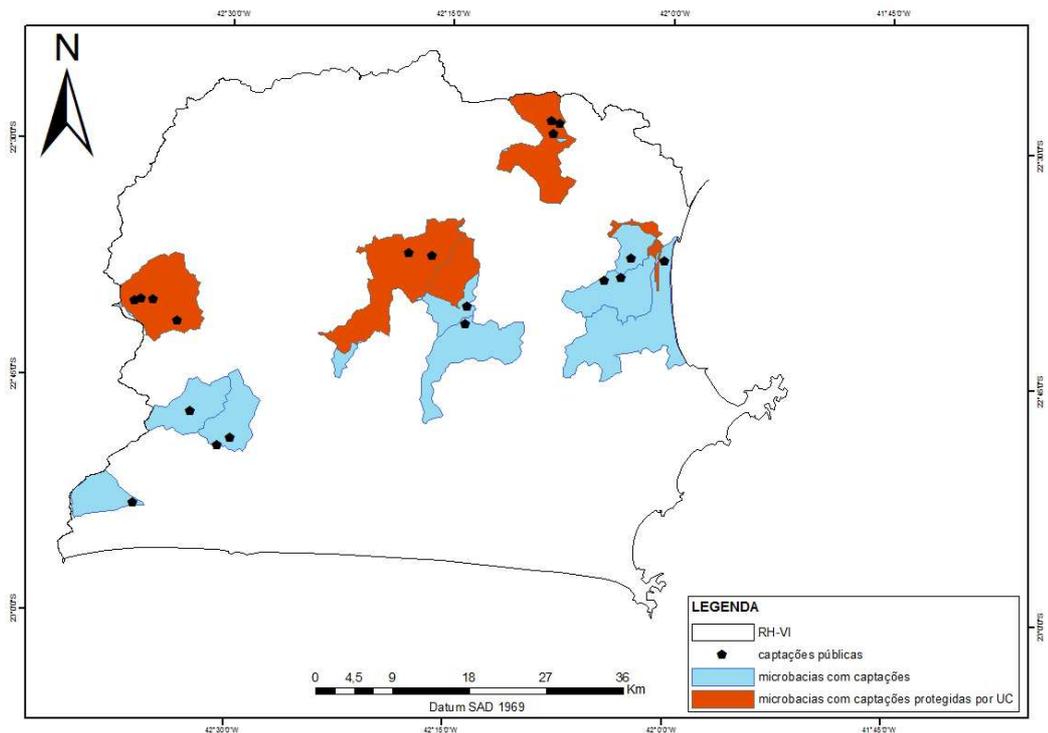


Figura 37. Microbasias com captação pública de água protegidas por UC na RH-VI.

RH-VII – Região Hidrográfica Dois Rios

A RH-VII encontra-se praticamente desprotegida por UCs, já que somente pequenas porções de duas unidades de proteção integral, ambas administradas pelo Estado (Tabela 17 e Figura 38), protegem nove microbasias das noventa e cinco existentes na região (Figura 39).

Tabela 17. Unidades de conservação da RH-VII.

QTDE.	TUTELA	JURISDIÇÃO	TIPO	UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	MUNICÍPIOS ABRANGIDOS
RH-VII					
1	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	PE dos Três Picos	Nova Friburgo
2	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	PE do Desengano	São Fidelis, Santa Maria Madalena

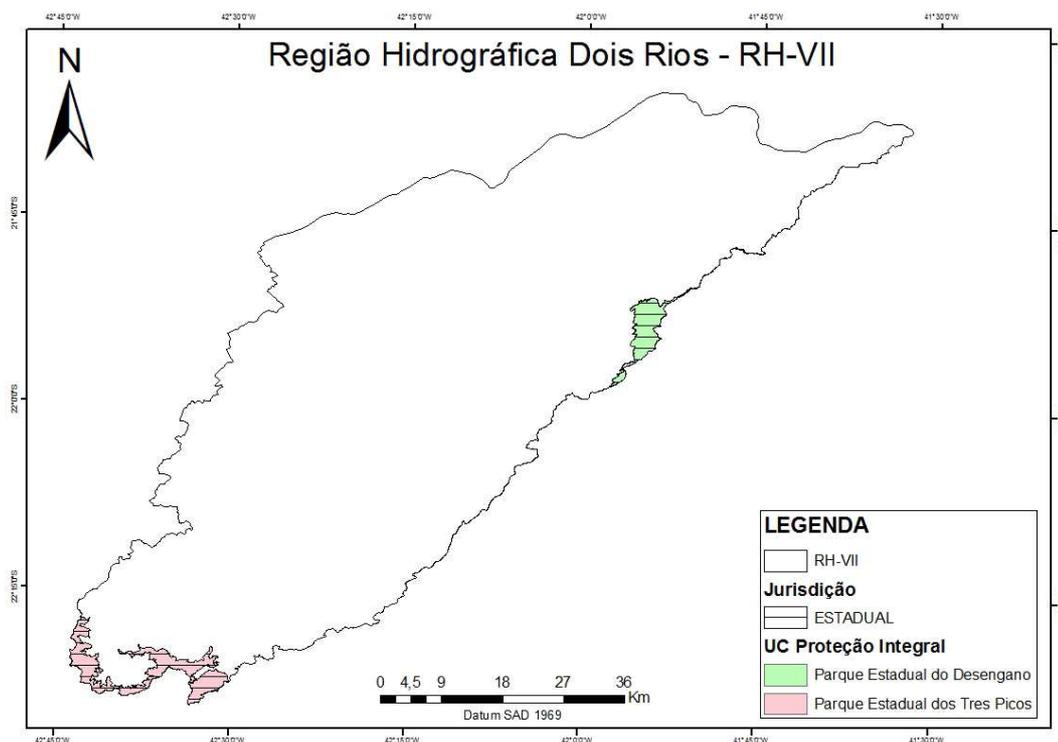


Figura 38. Unidades de Conservação da RH-VII.

O rio Dois Rios, o curso principal da RH-VII que leva o seu nome, é formado pelo encontro das águas dos rios Negro e Grande, cujas bacias de drenagem fazem parte da Região Serrana, percorrendo, desse ponto até a sua foz no Paraíba do Sul, o percurso de aproximadamente 300 km. Sua bacia hidrográfica tem uma área de drenagem de 3.200 km², que abrange cerca de nove municípios fluminenses - Nova Friburgo, Cantagalo, Cordeiro, Duas Barras, Macuco, Bom Jardim, São Sebastião do Alto, Santa Maria Madalena e Trajano de Moraes -, onde habitam cerca de 220 mil pessoas (CEIVAP, 2007).

O Caderno de Ações da Bacia do rio Dois Rios (CEIVAP, 2007) enfatiza que as características, associadas, de relevo e solos dessa bacia configuram uma situação crítica de vulnerabilidade do meio físico à erosão, especialmente no curso superior, onde o relevo apresenta grau de dissecação muito forte e densidade de drenagem muito fina.

Para agravar este problema, foi obtido como resultado nesse estudo, que a RH-VII, apesar de ser a quarta maior do estado em área territorial (437.545,29 ha), é a segunda menos protegida por unidades de conservação, com apenas 2,43% de área protegida existente, perdendo somente para a RH-X, com 1,66%. Ainda assim, essa porcentagem se deve a presença da porção nordeste do Parque Estadual dos Três Picos, representada por 7.118,02 ha dos 58.799,41 ha totais, inseridos principalmente na RH-V do estado, além da porção noroeste do Parque Estadual do Desengano, representando 3.516,77 ha do total de 21.444,26 ha, que estão inseridos na RH-IX do estado, sem sobreposição entre as mesmas.

As florestas remanescentes da bacia do rio Dois Rios ocupam cerca de 71.200 hectares no total, representando 22,5% de seu território, que segundo seu caderno de ações, não é suficiente para proteger os solos dos processos erosivos intensos a que estão sujeitos. Por outro lado, esta bacia é uma das que apresenta a maior cobertura florestal na bacia do Paraíba do Sul, onde estão os mais expressivos remanescentes da Mata Atlântica.

Dessa forma, a criação de mais unidades de conservação de caráter preservacionista nessa bacia, principalmente no seu terço superior vai contribuir para a garantia de permanência de seus remanescentes florestais, e ainda, para mitigação dos desastres naturais pela formação natural de seu relevo e solo.

As duas unidades de conservação presentes hoje, apesar de estarem localizadas em parte do terço superior da região hidrográfica, protegem somente a área parcial de 13 microbacias, que provavelmente não é suficiente para garantir as funções da zona de recarga do lençol freático da RH-VII (Figura 39).

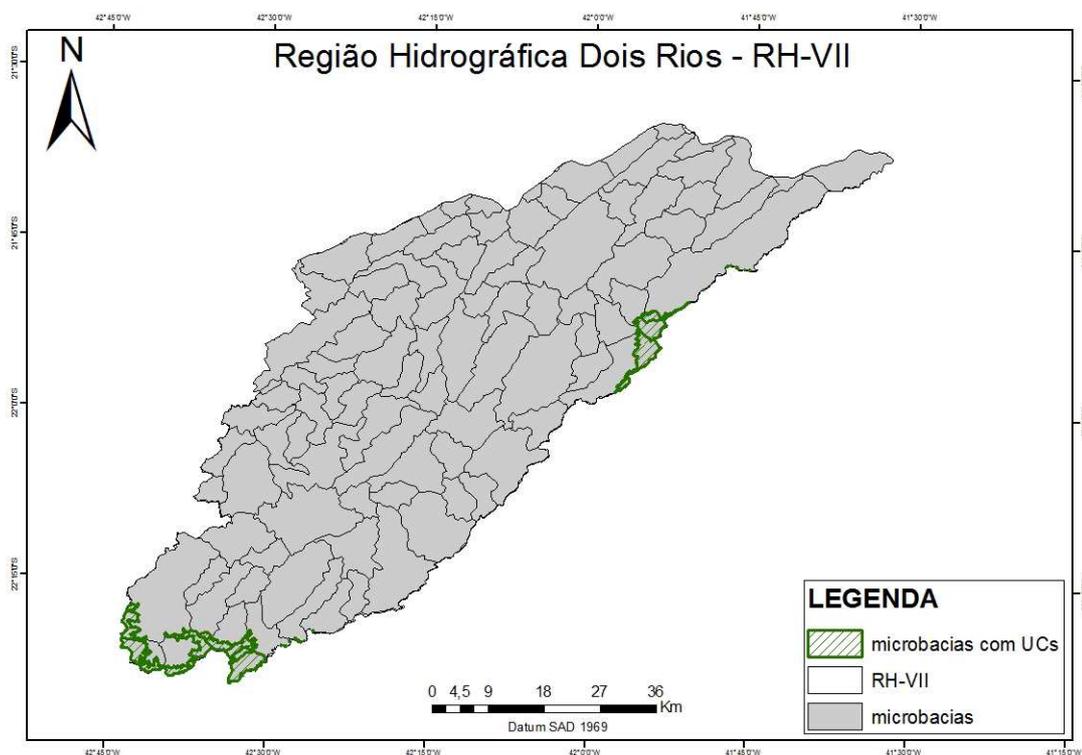


Figura 39. Microbacias ocupadas por unidades de conservação na RH-VII.

A Região Hidrográfica Dois Rios apresenta boa distribuição das captações ao longo de suas microbacias, apesar da proteção dessas ser insuficiente. Das 30 microbacias com captação pública de água somente quatro estão protegidas por UC, enquanto das 54 captações, somente uma encontra-se protegida (Figura 40).

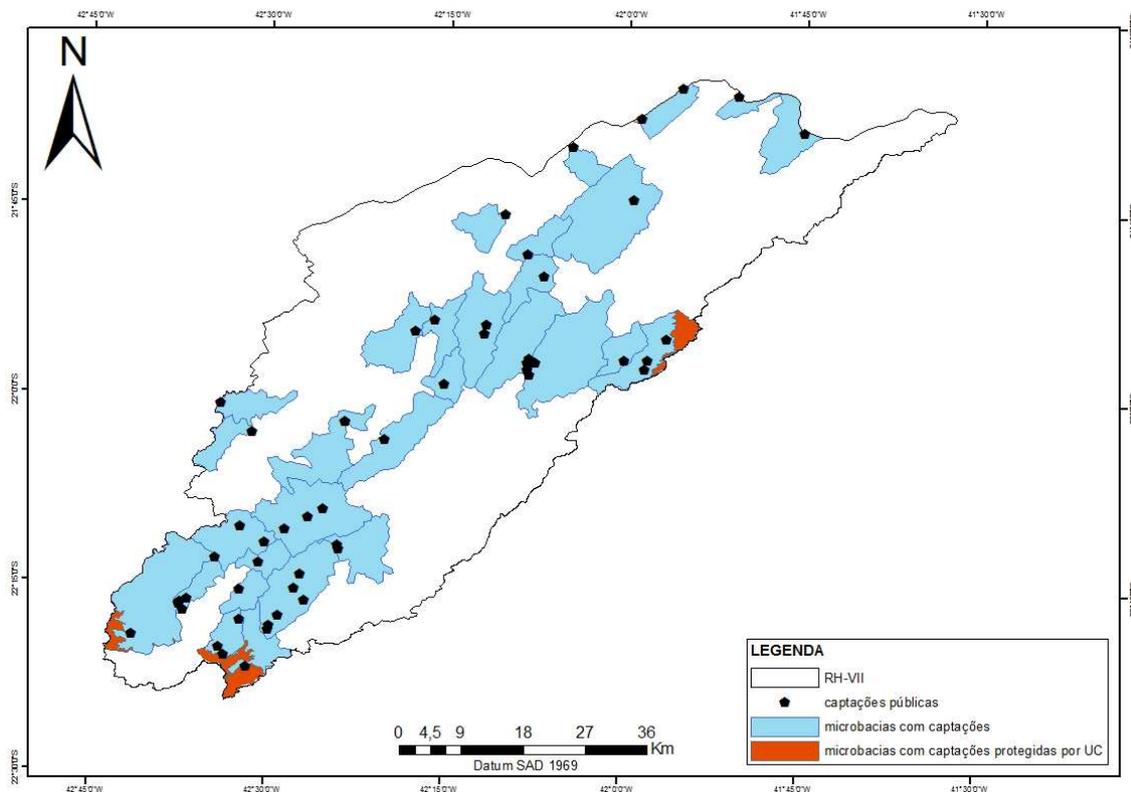


Figura 40. Microbacias com captação pública de água protegidas por UC na RH-VII.

RH-VIII – Região Hidrográfica Macaé e das Ostras:

Na RH-VIII existem quatro unidades de conservação, duas de proteção integral, estando uma sob jurisdição federal e outra estadual, e duas de uso sustentável, estando também uma unidade sob cada jurisdição (Tabela 18 e Figura 41).

Tabela 18. Unidades de conservação da RH-VIII.

QTDE.	TUTELA	JURISDIÇÃO	TIPO	UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	MUNICÍPIOS ABRANGIDOS
RH-VIII					
1	ICMBio	FEDERAL	Uso sustentável	APA do rio São João/ Mico Leão Dourado	Casimiro de Abreu
2	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	REBIO UNIAO	Casimiro de Abreu, Rio das Ostras, Macaé
3	INEA	ESTADUAL	Uso sustentável	APA de Macaé de Cima	Nova Friburgo, Casimiro de Abreu
4	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	PE dos Três Picos	Nova Friburgo

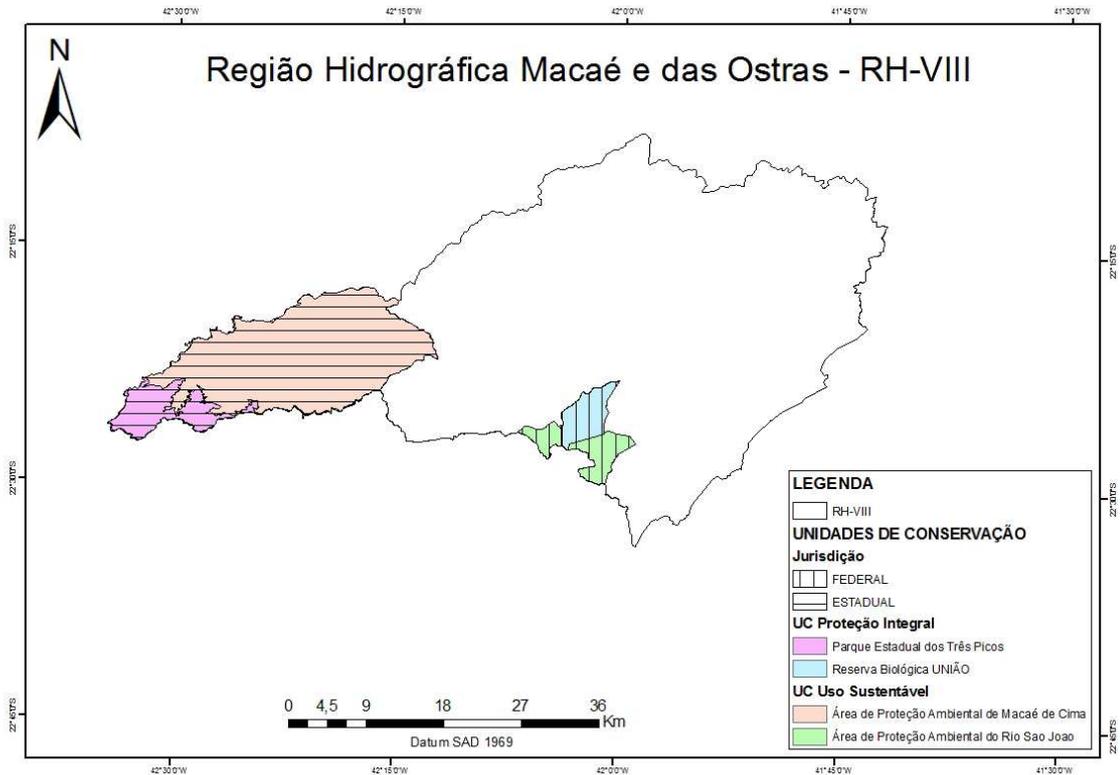


Figura 41. Unidades de Conservação da RH-VIII.

Das quatro unidades de conservação existentes, somente a APA Macaé de Cima está totalmente inserida na RH-VIII, estando as outras três UCs também com área no território de outras regiões hidrográficas, como o PETP na RH-V, principalmente, e a REBIO União e a APA do rio São João na RH-VI.

Quanto à sobreposição de UCs, existe somente uma, em mesmo nível de esfera de administração, o que facilita a gestão dessas áreas, que é parte da área do PETP ocupando parcialmente a APA Macaé de Cima, ambas estaduais. A REBIO União apesar de encontrar-se adjacente a APA do rio São João, ambas federais, não apresenta sobreposição de território.

As UCs estaduais estão localizadas no terço superior da RH-VIII, protegendo seis microbacias totalmente, enquanto as federais protegem a área de três microbacias no terço médio da região hidrográfica. Dessa forma, 13 microbacias estão ocupadas por essas UCs, de um total de 38 (Figura 42).

A Região Hidrográfica Macaé e das Ostras possui 50% das microbacias que contém captações públicas de água protegidas por unidades de conservação, enquanto 29,41% das captações estão totalmente inseridas nos limites dessas unidades (Figura 43). As captações estão bem distribuídas ao longo das microbacias.

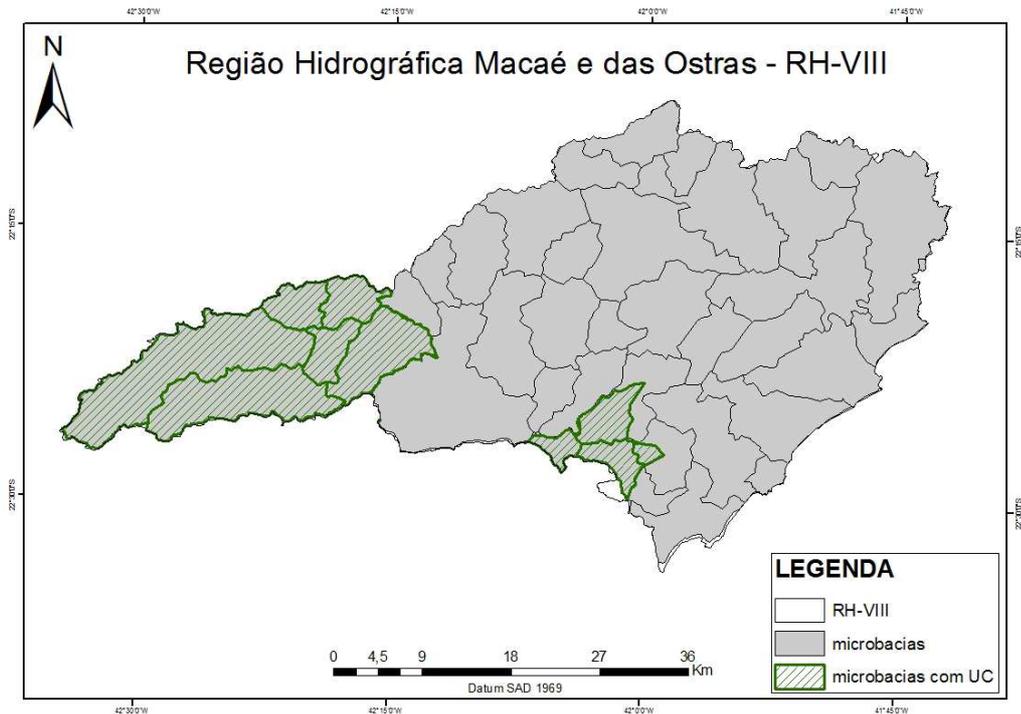


Figura 42. Microbacias ocupadas por unidades de conservação na RH-VIII.

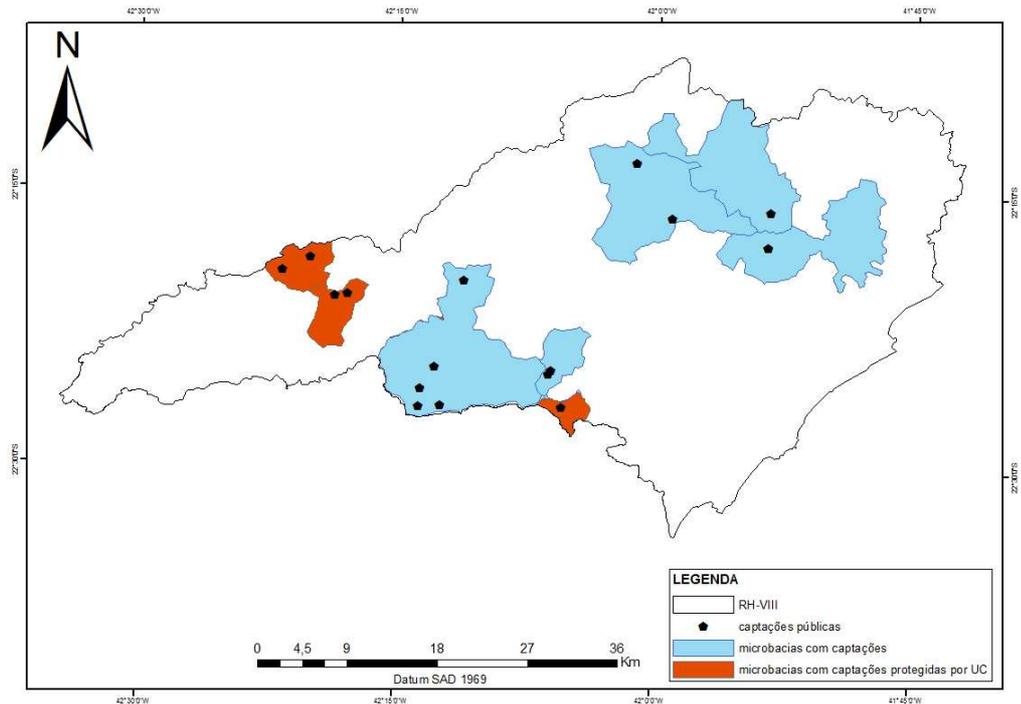


Figura 43. Microbacias com captação pública de água protegidas por UC na RH-VIII.

RH-IX – Região Hidrográfica Baixo Paraíba do Sul

Cada uma das duas unidades de conservação existentes na RH-IX está sob uma jurisdição diferente, apesar de ambas serem de proteção integral (Tabela 19 e Figura 44).

Tabela 19. Unidades de conservação da RH-IX.

QTDE.	TUTELA	JURISDIÇÃO	TIPO	UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	MUNICÍPIOS ABRANGIDOS
RH-IX					
72	ICMBio	FEDERAL	Proteção integral	PN da Restinga de Jurubatiba	Macaé, Quissamã, Carapebus
73	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	PE do Desengano	São Fidelis, Santa Maria Madalena, Campos

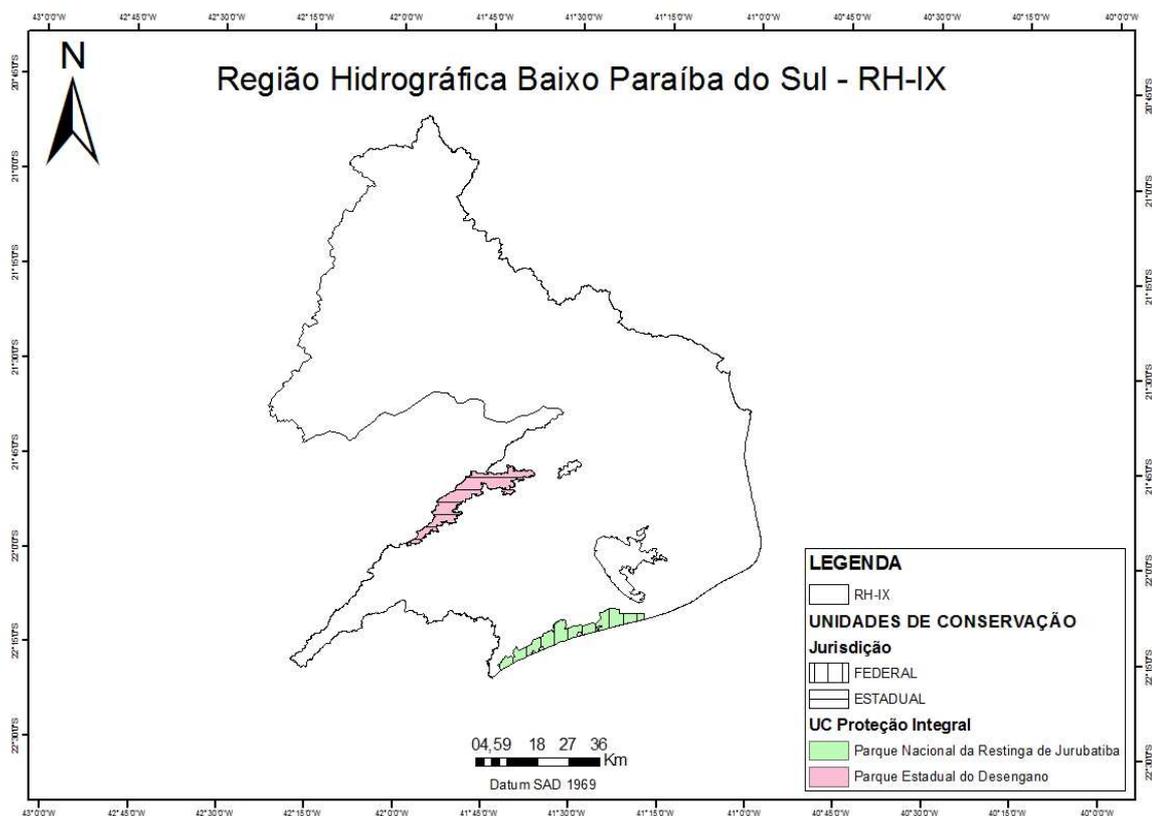


Figura 44. Unidades de Conservação da RH-IV.

O Parque Estadual do Desengano, que se estende também pela RH-VII, está inserido no terço superior da região hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul, enquanto o Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, no seu terço inferior, não havendo assim sobreposição de UCs.

Apesar da RH-IX ser a maior em extensão territorial do estado do Rio de Janeiro, ocupando 1.139.206,78 ha e ainda a que mais apresenta microbacias em seus limites (231), é a terceira mais desprotegida por unidades de conservação, com somente 2,90% de seu território ocupado por essas. Das 231 microbacias, somente 17 estão protegidas, sendo nove dessas pelo PED e as outras oito pelo PN da Restinga de Jurubatiba (Figura 45).

A Região Hidrográfica Baixo Paraíba do Sul apresenta boa distribuição das captações públicas de água em relação as microbacias (Figura 46). Por outro lado, nenhuma das captações de água estão inseridas nos limites de alguma UC e somente uma microbacia com captação das 36 apresenta unidade de conservação em seu limite.

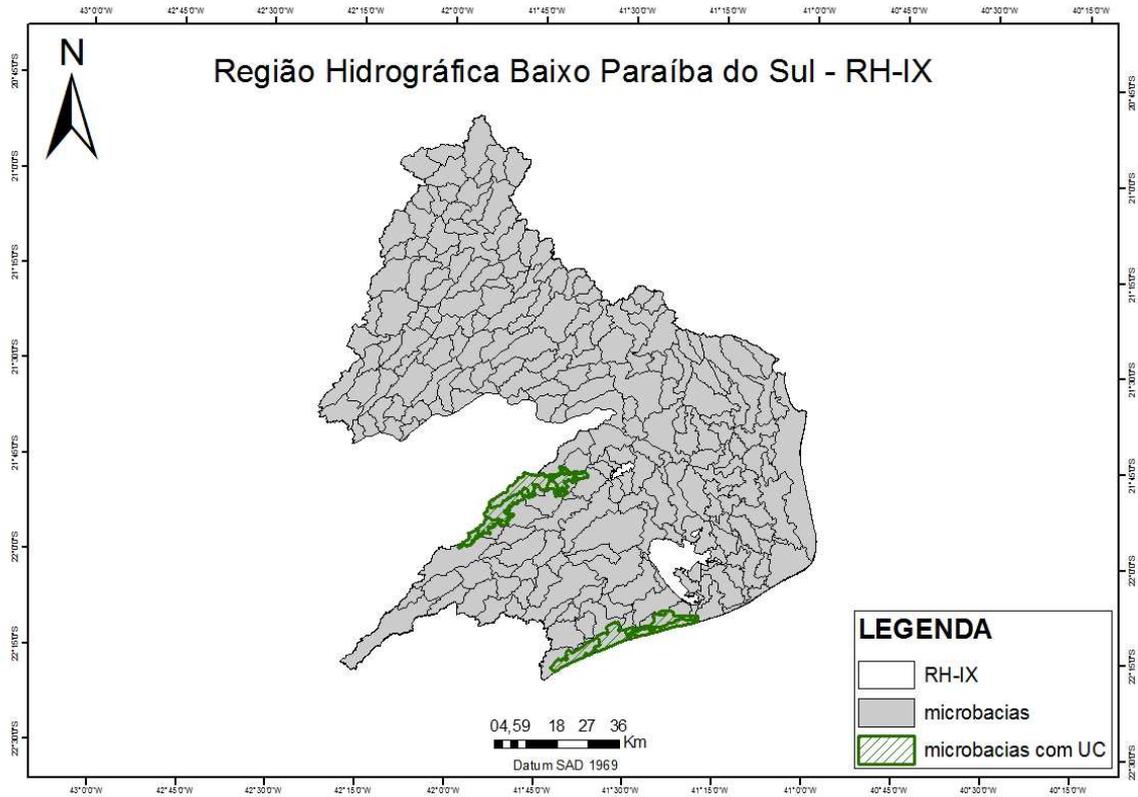


Figura 45. Microbacias ocupadas por unidades de conservação na RH-IX.

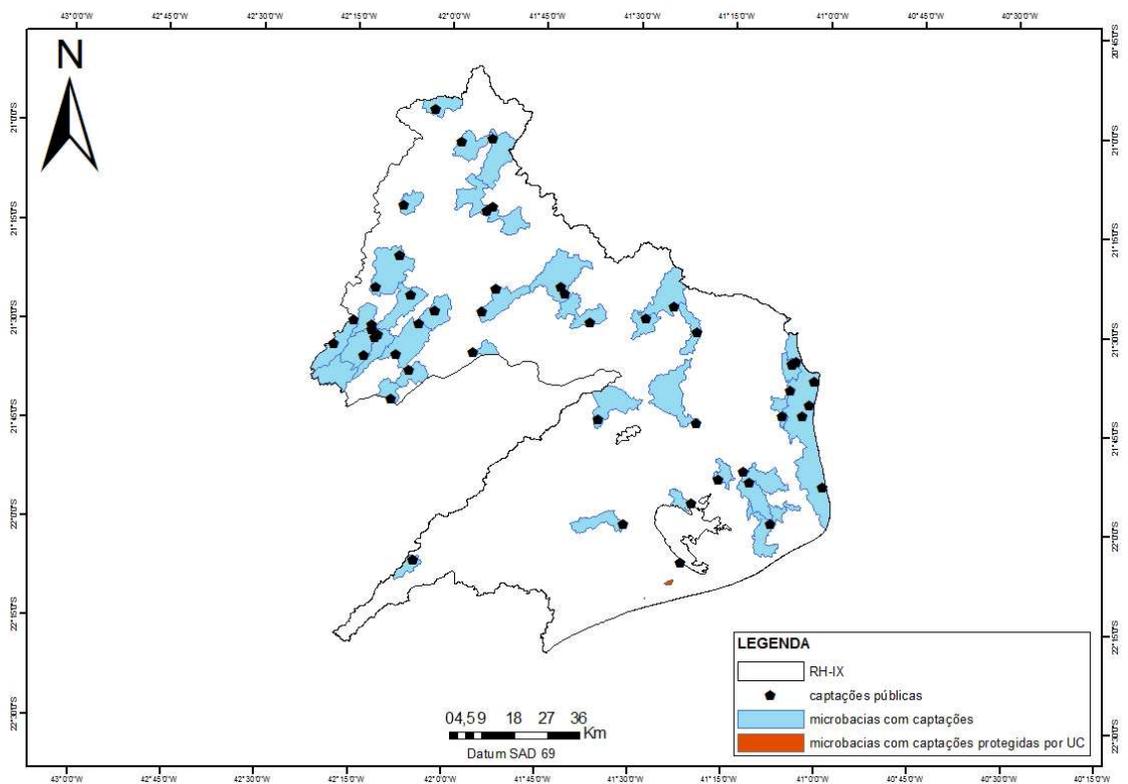


Figura 46. Microbacias com captação pública de água protegidas por UC na RH-IX.

RH-X – Região Hidrográfica Itabapoana

Somente há uma UC de proteção integral de jurisdição estadual na última região hidrográfica do estado do Rio de Janeiro (Tabela 20 e Figura 47).

Tabela 20. Unidades de conservação da RH-X.

QTDE.	TUTELA	JURISDIÇÃO	TIPO	UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	MUNICÍPIOS ABRANGIDOS
RH-X					
74	INEA	ESTADUAL	Proteção integral	ESEC Estadual de Guaxindiba	São Francisco de Itabapoana

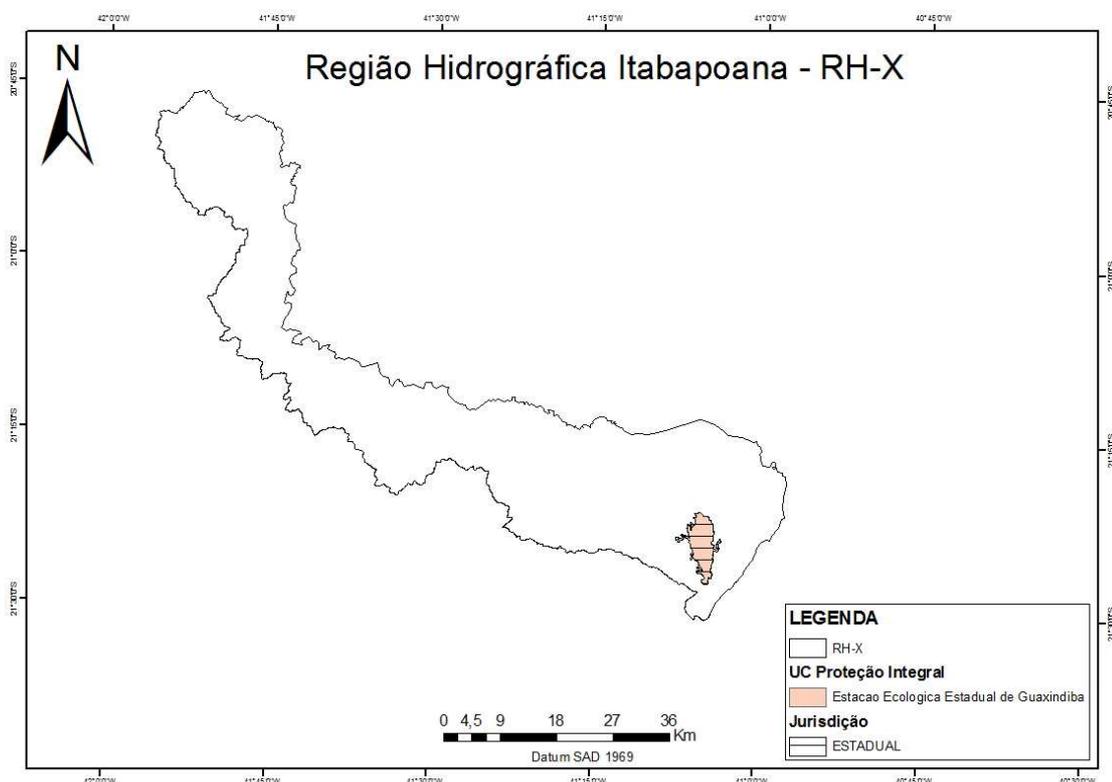


Figura 47. Unidades de Conservação da RH-X.

A ESEC Guaxindiba protege a área de seis microbacias das 32 existentes, que estão localizadas no terço inferior da região hidrográfica, na área de baixada (Figura 48).

Assim como para a RH-IX, a Região Hidrográfica Itabapoana não apresenta nenhuma das captações públicas de água inseridas na área de alguma unidade de conservação e somente parte de uma microbacia das 36 que apresentam captação de água protegida por uma UC, apesar da boa distribuição das captações pelas microbacias (Figura 49).

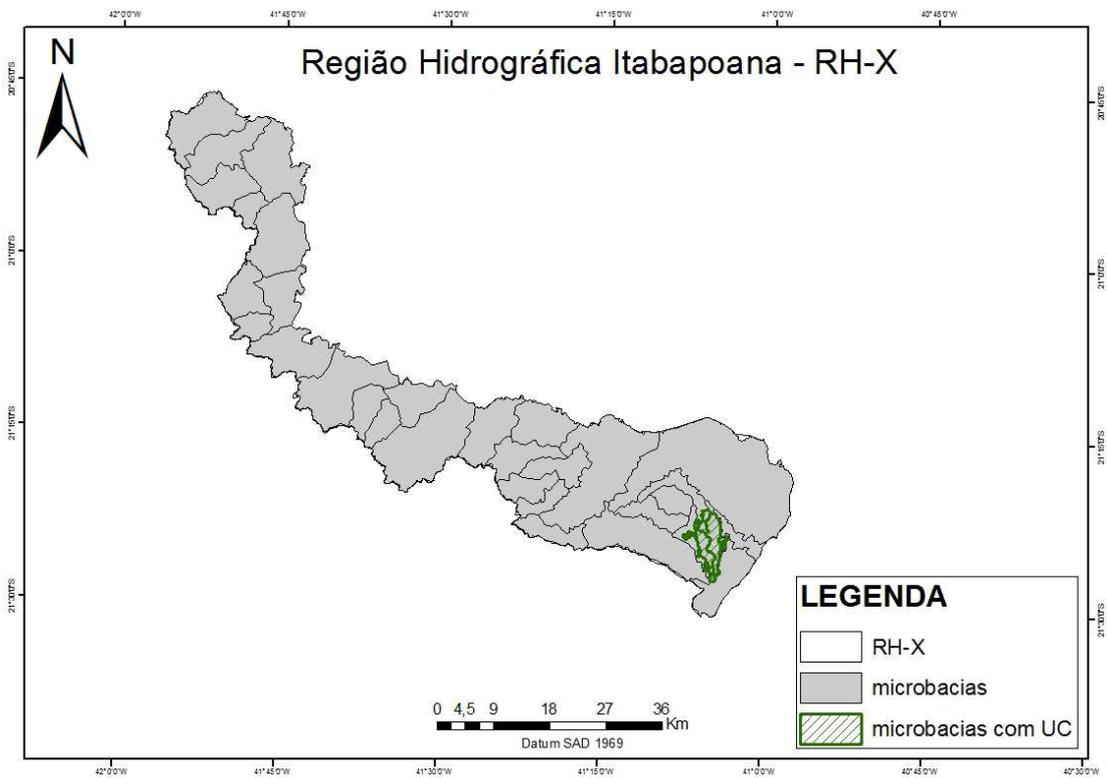


Figura 48. Microbacias ocupadas por unidades de conservação na RH-X.

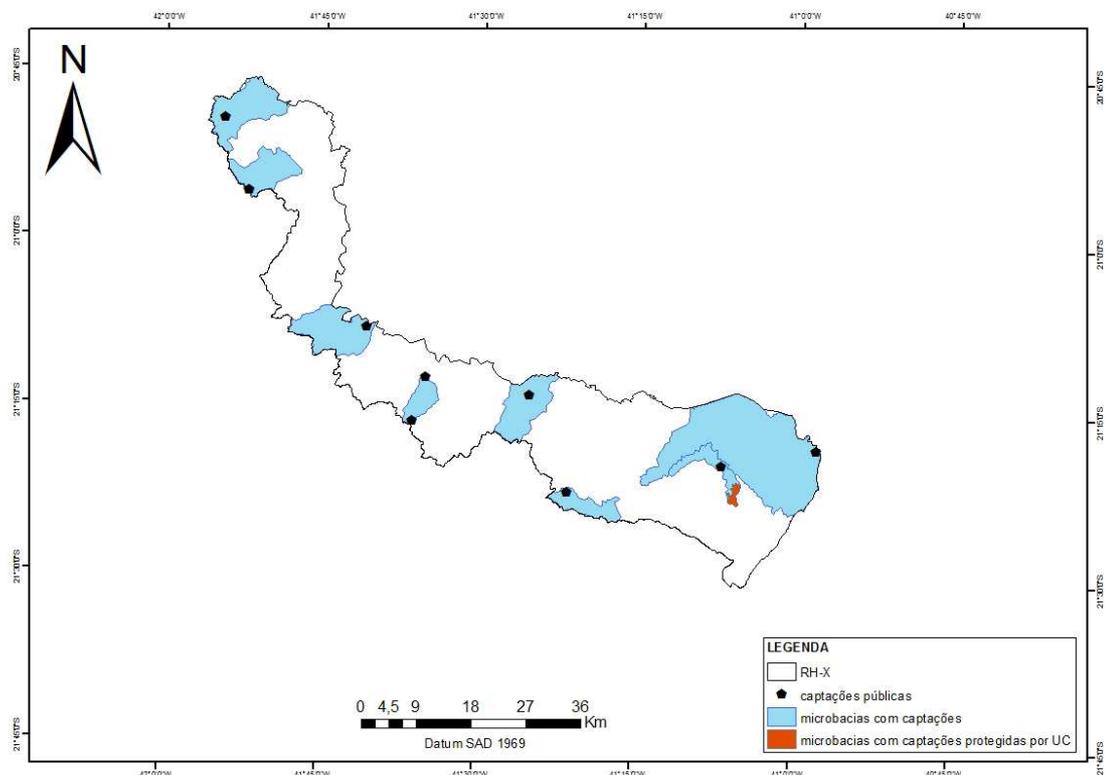


Figura 49. Microbacias com captação pública de água protegidas por UC na RH-X.

4.2.1. Análise comparativa entre as Regiões Hidrográficas

Análise das Unidades de Conservação

A fim de realizar uma análise comparativa entre as regiões hidrográficas em relação aos dados obtidos e discutidos até agora referente a este item (Análise das unidades de conservação), na Tabela 21 abaixo é possível observar a quantidade absoluta e relativa dos diferentes grupos de UCs existentes em cada RH, e ainda, a quantidade de UCs por instância governamental. A interpretação da Tabela 21 pode ser auxiliada pelas Figuras 50 e 51.

Tabela 21. Tabela comparativa da análise de unidades de conservação entre as regiões hidrográficas.

REG.HID.	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO						
	GRUPOS DE UC				TOTAL	JURISDIÇÃO	
	UCPI	%	UCUS	%		FED	EST
RH-I	2	22,22	7	77,78	9	3	6
RH-II	5	50,00	5	50,00	10	2	8
RH-III	2	50,00	2	50,00	4	3	1
RH-IV	4	57,14	3	42,86	7	2	5
RH-V	10	62,50	6	37,50	16	6	10
RH-VI	5	50,00	5	50,00	10	4	6
RH-VII	2	100,00	0	0,00	2	0	2
RH-VIII	2	50,00	2	50,00	4	2	2
RH-IX	2	100,00	0	0,00	2	1	1
RH-X	1	100,00	0	0,00	1	0	1

Legenda: REG.HID.: Região Hidrográfica; UCPI: Unidades de Conservação de Proteção Integral; UCUS: Unidades de Conservação de Uso Sustentável; FED: Federal; EST: Estadual.

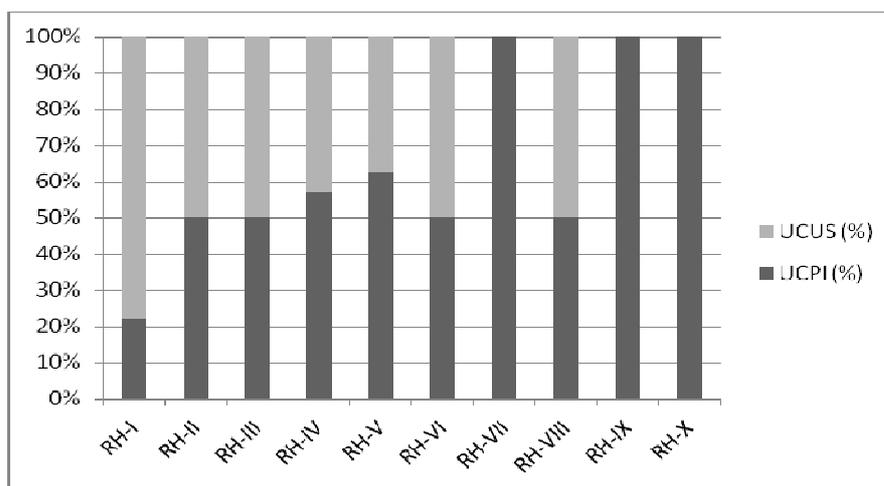


Figura 50. Relação de UCPI e UCUS por Região Hidrográfica.

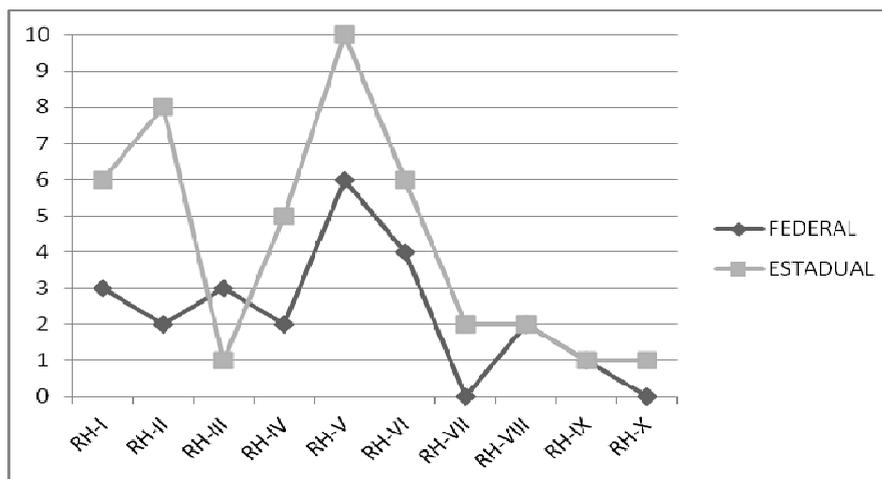


Figura 51. Relação de UCs por instância governamental (federal e estadual) por Região Hidrográfica.

Nove das dez regiões hidrográficas do estado apresentam o mesmo número ou maior de unidades de conservação do grupo proteção integral do que do grupo uso sustentável em seus limites.

Quando se trata de valores relativos, nas RHVII, IX e X, 100% das unidades de conservação pertencem ao grupo mais restritivo, porém, é importante destacar que estas tem o menor valor absoluto, quando se trata do total de UCs, tendo as duas primeiras duas UCs apenas e a última uma única unidade, o que faz dessas também, as três RH com menor área protegida do estado, variando de somente 1,6% a 2,5% do seu território protegido (Tabela 6).

Por outro lado, as RH-V e IV, apresentam alto valor de UCPI não só relativo, 62,5% e 57,14%, como absoluto, com pelo menos dez unidades de conservação em seus limites, cada uma. Essas estão bem representadas

As regiões II, III, VI e VIII, possuem metade das unidades em cada grupo. A RH-III e VIII tem no total quatro UCs cada, enquanto a RH-II e RHVI, dez. Essas últimas, juntamente com a RH-I, a única com mais unidades de uso sustentável em seus limites (77,7%), são as três regiões que apresentam o maior território protegido do estado, em relação às outras RH.

Entende-se que não necessariamente a região hidrográfica que apresenta mais unidades de conservação de proteção integral do que de uso sustentável em seus limites, estará mais protegida, mas que é necessário que haja um equilíbrio entre os grupos. Por exemplo, a RH-I é a que apresenta maior proteção do estado, com 71,74% do seu território ocupado por unidades de conservação. Apesar da maioria está enquadrada no grupo das UCUS, é o Parque Nacional da Serra da Bocaina que mais contribui para que esta seja a RH mais protegida do estado, e ainda, ocupa a porção mais importante da RH, do ponto de vista dos recursos hídricos, pois protege toda a cabeceira das bacias que a compõe. Por outro lado, a RH-X, em que apesar de 100% de suas UCs serem de proteção integral, é a região menos protegida do estado.

Quando se compara as RH listadas na Tabela 6 por porcentagem de território protegido, que tem como parâmetro a área total de cada região, com as RH consideradas na Figura 52 que aponta a porcentagem de proteção dessas por UC também, porém em relação ao número de microbacias contidas no território de cada uma, tem-se quase o mesmo resultado.

A ordem de proteção das RH por UC observada na Tabela 6 é muito próxima da ordem relacionada na Figura 52 abaixo, em que a RH-I aparece como aquela com o território mais protegido e também com a maior porcentagem de microbacias protegidas (96,77%). Esta vem seguida da RH-VI, RH-II, RH-V, RH-VIII e RH-IV, que têm a mesma colocação nos dois casos.

Já as regiões III, IX, VII e X que aparecem nessa ordem decrescente de território protegido na Tabela 6, estão em posições diferentes quando se trata de porcentagem de microbacias protegidas (Figura 52). A RH-X que é menos protegida do estado, protege seis, 75% de suas microbacias, que é um valor relativo maior do que as outras três regiões. Em seguida vem a RH-III com 16,31% das microbacias protegidas, a RH-VII (13,68%) e a RH-IX (7,79%).

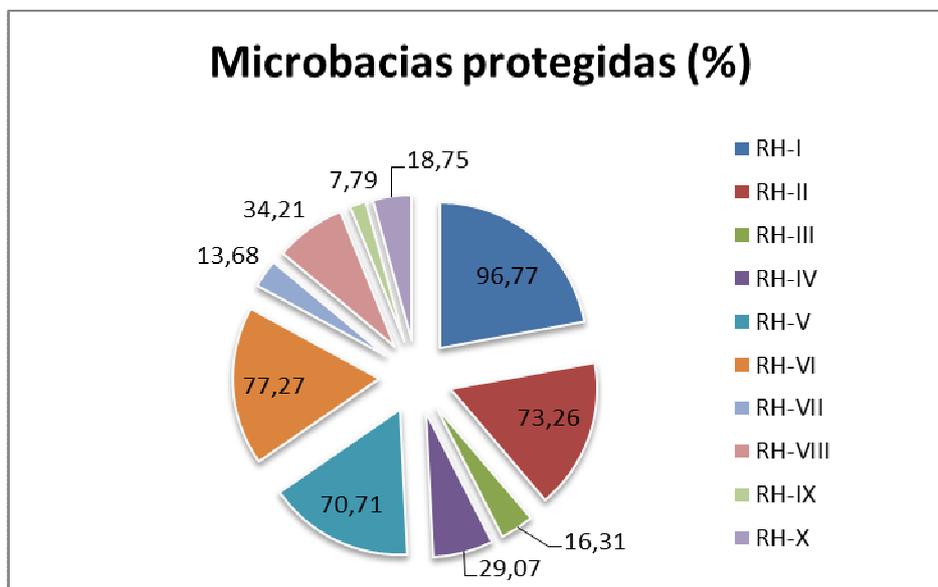


Figura 52. Porcentagem de microbacias protegidas por região hidrográfica.

Dessa forma, as três regiões hidrográficas com maior área protegida são: RH-I (71,64%), tendo o Parque Nacional da Serra da Bocaina como o maior contribuinte, RH-VI (47,22%), tendo a APA do rio São João/ Mico Leão Dourado como a maior contribuinte e a RH-II (35,46%), com a APA Guandu. Já as regiões menos protegidas são a RH-X (1,66%), com a representação de uma única UC, a Estação Ecológica Estadual da Guaxindiba, a RH-VII (2,43%), com pequena porção dos Parques Estaduais do Desengano e dos Três Picos e RH-IX (2,90%), também com outra pequena porção do PETP e com o Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. Esse resultado mostra uma maior necessidade de gestão dos remanescentes florestais através da proteção legal de áreas silvestres no norte e nordeste do Estado.

Identificação e proteção das microbacias com captação pública de água:

Para fins de comparação entre as regiões, quanto a porcentagem das microbacias com captação protegidas por unidades de conservação, assim como das captações existentes que estão inseridas em áreas de UC, a Figura 53 e a Tabela 22 abaixo, que devem ser analisadas juntas, englobam os dados obtidos. Os valores absolutos para cada RH estão abordados na Tabela 9.

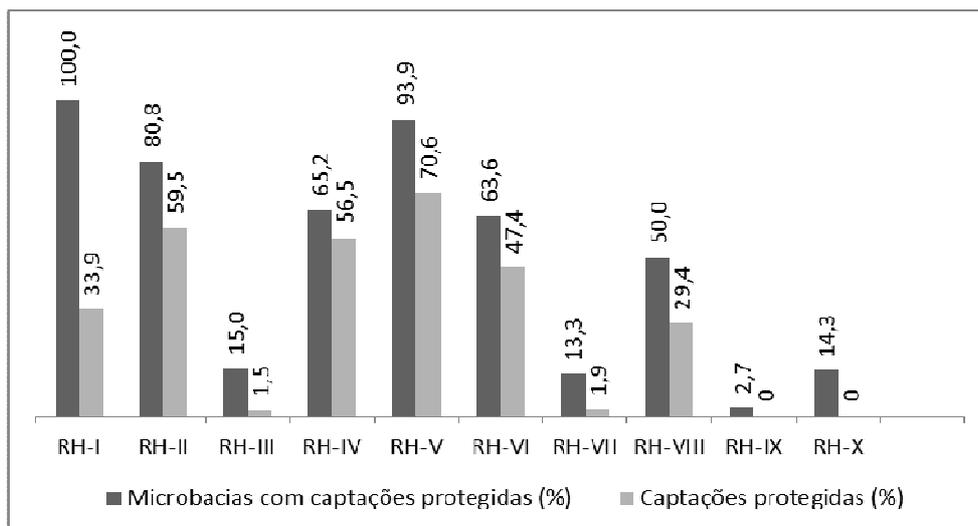


Figura 53. Comparação da porcentagem de microbacias com captação pública de água protegidas com as captações públicas de água protegidas por região hidrográfica.

Seis das dez regiões hidrográficas apresentam mais de 50% das microbacias que possuem captações públicas de água em seus limites, protegidas por unidades de conservação, parcial ou totalmente. Destacando a RH-I, em que todas essas possuem pelo menos parte de sua área coberta por alguma UC, seguida da RH-V, em que 93,9% das microbacias com captação encontram-se protegidas, e logo após a RH-II, com 80,8%.

As duas últimas regiões citadas não só apresentam a maior parte das microbacias com captação protegidas por UC, mas também a maioria das captações em si inseridas em áreas protegidas por unidades, com 70,6% das captações para RH-V e 59,5% para RH-II. Já a RH-I, apresenta 33,9% das captações protegidas, porém, todas as cabeceiras das microbacias onde essas estão inseridas há uma unidade de conservação, destacando o PN da Serra da Bocaina, que é a maior unidade em extensão territorial da região hidrográfica. As RH-IV e VI ficam na frente da RH-I quando se trata de captações protegidas (Tabela 22), e também estão incluídas entre as seis regiões em que mais de 50% das microbacias com captação estão protegidas.

Como divisor de águas das regiões mais protegidas, supracitadas, e das menos protegidas, em seguida tem-se a RH-VIII, em que metade das microbacias com captação encontram-se protegidas por UCs e 29,4% de suas captações públicas. A RH-IX destaca-se como a região com menor proteção de seus recursos hídricos, já que nenhuma captação pública de água, das 55 existentes, encontra-se no interior de alguma unidade de conservação e somente 2,7% das microbacias com captação está protegida, o que corresponde a somente uma das 36 totais.

As regiões III, VII e X apresentam números relativos muito próximos em relação a proteção de suas captações públicas de água e das microbacias que as contêm (Figura 53), variando de 0 a 1,9% para as captações e de 13,3% a 15% para as microbacias. Nesse caso, para uma melhor análise comparativa, os valores absolutos mostram que a RH-III vem logo em seguida da RH-IX em relação a menor proteção dos seus recursos hídricos, já que é uma das regiões com maior número de captações de água (68) em que somente uma está protegida, assim como somente seis das 40 microbacias com captação.

A RH-VII aparece logo depois, com a proteção de quatro das 30 microbacias com captação de água e somente uma das 54 captações. Por último está a RH-X, com nenhuma das dez captações de água protegidas por UC e somente uma das oito microbacias que as contêm em seus limites.

Tabela 22. Ranqueamento das Regiões Hidrográficas em relação a presença de captações públicas de água em suas microbacias (%).

Posição	% de microbacias com captação pública de água protegidas por UC	% de captações públicas de água protegidas por UC
1º	RH-I	RH-V
2º	RH-V	RH-II
3º	RH-II	RH-IV
4º	RH-IV	RH-VI
5º	RH-VI	RH-I
6º	RH-VIII	RH-VIII
7º	RH-III	RH-VII
8º	RH-X	RH-III
9º	RH-VII	RH-X
10º	RH-IX	RH-IX

4.3. Fatores ambientais

As classes de maior ocorrência de captações públicas de água para o fator altitude foi a montana (238 captações), para o fator declividade foi a classe de relevo ondulado (211 captações), para o fator orientação de encostas foi a direção N - NE (287 captações) e para o fator índice de vegetação foi a classe capoeira ou regeneração inicial (335 captações) (Tabela 23).

Tabela 23. Classes dos fatores ambientais com maior ocorrência de captações públicas de água no Estado do Rio de Janeiro.

Orientação	Nº capt	Declividade	Nº capt	Altitude	Nº capt	Índice de veg.	Nº capt
N – NE	287	FO	89	Baixada	117	Corpos d'água	28
NE – E	33	SO	101	Submontana	145	Nuvens	5
E – SE	46	P	99	Montana	238	Áreas sem vegetação	6
SE – S	58	O	211			Cobertura não-sadia	20
S – SW	23					Capoeira ou reg. inicial	335
SW – W	15					Vegetação média ou densa	106
W – NW	21						
NW - N	17						

Legenda: W- oeste; L- leste; N- norte; NE- nordeste; NW-noroeste; S- sul; SE- sudeste; SW- sudoeste; FO- forte ondulado; SO- suave ondulado; P- plano; O- ondulado; reg. Inicial – regeneração inicial.

Para Villela e Mattos (1975), as características físicas de uma bacia, nesse caso na área das captações de água, constituem elementos de grande importância para avaliação de seu comportamento hidrológico, pois, ao se estabelecerem relações e comparações entre eles e dados hidrológicos conhecidos, podem-se determinar indiretamente os valores hidrológicos em locais nos quais faltem dados. Christofolletti (1970) ressaltou ainda que a análise de aspectos relacionados a drenagem, relevo e geologia podem levar à elucidação e compreensão de diversas questões associadas à dinâmica ambiental local.

Para Tonello *et al.* (2006), a orientação da bacia hidrográfica corresponde à sua exposição aos raios solares, tomando-se como referência os pontos cardeais. No Hemisfério Sul, as bacias com orientação norte recebem maior quantidade de calor do que as de orientação sul, o que é o caso da maioria das áreas de captações de água do RJ (Tabela 23). O significado quantitativo em termos de produção de água das nascentes, quanto às diferenças

nas orientações norte e sul das bacias, é ainda muito desconhecido. No entanto, nessas diferenças devem ser levados em consideração os diferentes tipos de cobertura vegetal, já que nas bacias de orientação norte se devem esperar maiores taxas de evapotranspiração. Também, deve-se atentar para o fato de que é esperada maior produção de água das nascentes de orientação leste do que na de oeste (CASTRO e LOPES, 2001).

Apesar de 287 captações do Estado, do total de 500, estarem voltadas para o Norte, o que pode influenciar na possível alta evapotranspiração dessas áreas, a maioria também apresenta cobertura vegetal, seja por vegetação de capoeira ou regeneração inicial, seja por vegetação densa. De acordo com Zakia (1998), a mata ciliar localiza-se ao redor das nascentes e em áreas saturadas, desempenhando influência direta sobre a hidrologia da bacia. O mesmo papel desempenha a vegetação inserida na área das captações de água estudadas. Segundo Lima (1989), a presença da vegetação contribui tanto para diminuir a ocorrência do escoamento superficial, que pode causar erosão e arraste de nutrientes e sedimentos para os cursos d' água, quanto para desempenhar um efeito de filtragem superficial e subsuperficial dos fluxos de água para os canais.

Além das áreas onde estão inseridas as captações públicas de água possuem em sua maioria cobertura vegetal, estas estão em altas altitudes e em relevos ondulados. De acordo com Castro e Lopes (2001), a altitude média influencia a quantidade de radiação que ela recebe e, conseqüentemente, influencia a evapotranspiração, temperatura e precipitação. Quanto maior a altitude, menor a quantidade de energia solar que o ambiente recebe e, portanto, menos energia estará disponível para esse fenômeno. Além do balanço de energia, a temperatura também varia em função da altitude.

Pinto *et al.* (2004), que estudaram as nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, em Lavras, MG, também encontrou a maioria na classe de relevo ondulado. O nível do lençol freático acompanha a topografia, a água movimenta-se pela ação da força da gravidade, atuando como gradiente hidráulico (DUNNE & LEOPOLD, 1978). O fundo dos vales formam áreas de convergência entre encostas e, quando o nível piezométrico coincide com o topográfico, a água aflora e constituem o escoamento direto. De acordo com Castro e Lopes (2001), a característica de relevo ondulado possibilita o encontro da camada impermeável do solo com a encosta, dando origem a nascente.

O processamento dos dados referente aos fatores ambientais amostrados para área de cada captação, por meio do programa STATISTICA 7.0 resultou em um dendrograma em forma de “copa de árvore invertida” contendo várias ramificações com a posição de cada captação de água em estudo (Figura 54). O dendrograma é a representação gráfica das distâncias normalizadas do quadrado médio dos desvios padrões das unidades analisadas e é através dele que se definem os grupos.

Embora as ramificações segregassem as captações até ao nível individual, procurou-se separá-las em forma de grupos. Para isso, adotou-se o critério mencionado por SOUZA *et al.* (1990); HUMPHREYS & CHIMELO (1992); ARAUJO (2002) que é o de traçar no eixo y uma linha de corte na distância média de ligação entre grupos formados. Neste estudo a linha traçada na distância 100 do eixo y proporcionou a formação de três grupos.

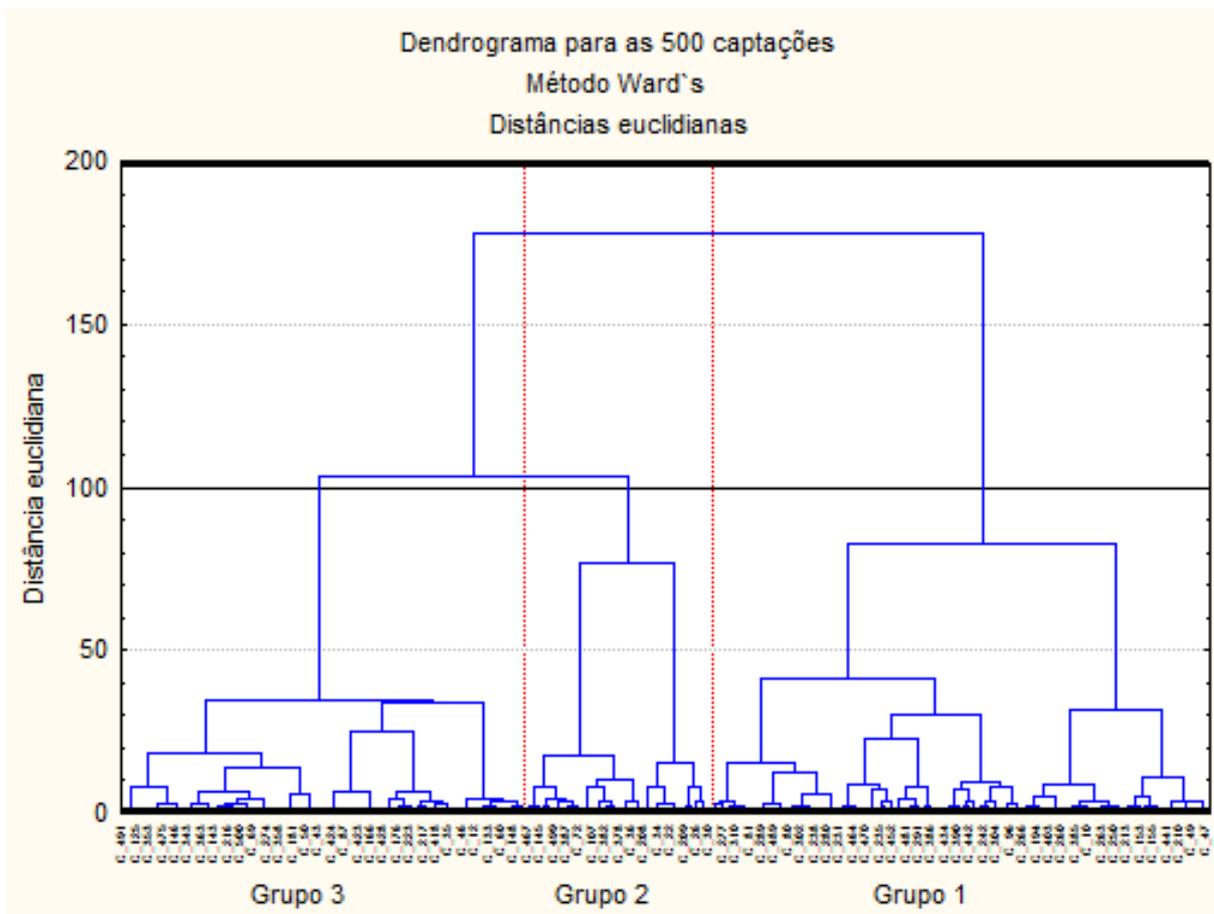


Figura 54. Dendrograma resultante da análise de agrupamento para as captações públicas de água.

O grupo 1 é constituído por 228 captações de água e foi o que agrupou o maior número de captações. O grupo 2 ficou com 86 captações e o grupo 3 com 186. As características de cada grupo estão destacadas nas Tabelas 24, 25 e 26 abaixo.

Tabela 24. Fatores ambientais das captações de água do Grupo 1.

GRUPO 1 (228 CAPTAÇÕES)							
NDVI		ALTITUDE		ORIENTAÇÃO		DECLIVIDADE	
Corpos d'água	1	Baixada	12	N-NE	124	FO	83
Nuvens	0	Montana	90	NE-E	14	O	120
Área sem veg.	4	Submontana	126	E-SE	34	P	8
Áreas inférteis	1			SE-S	38	SO	17
Capoeira/reg. inicial	144			S-SW	8		
Veg. densa	78			SW-W	2		
				W-NW	4		
				NW-N	4		

Tabela 25. Fatores ambientais das captações de água do Grupo 2.

GRUPO 2 (86 CAPTAÇÕES)							
NDVI		ALTITUDE		ORIENTAÇÃO		DECLIVIDADE	
Corpos d'água	27	Baixada	38	N-NE	18	FO	5
Nuvens	5	Montana	38	NE-E	1	O	44
Área sem veg.	1	Submontana	10	E-SE	4	P	23
Áreas inférteis	3			SE-S	12	SO	14
Capoeira/reg. inicial	42			S-SW	8		
Veg. densa	8			SW-W	12		
				W-NW	17		
				NW-N	13		

Tabela 26. Fatores ambientais das captações de água do Grupo 3.

GRUPO 3 (186 CAPTAÇÕES)							
NDVI		ALTITUDE		ORIENTAÇÃO		DECLIVIDADE	
Corpos d'água	0	Baixada	67	N-NE	145	FO	0
Nuvens	0	Montana	110	NE-E	18	O	47
Área sem veg.	7	Submontana	9	E-SE	8	P	69
Áreas inférteis	3			SE-S	7	SO	70
Capoeira/reg. inicial	156			S-SW	7		
Veg. densa	20			SW-W	1		
				W-NW	0		
				NW-N	0		

O grupo 1 chama atenção para altitude classificada como submontana ser aquela em que a maioria das captações aparece, além da vegetação densa ser a segunda maior, após a vegetação de capoeira/ regeneração inicial. Apesar de o relevo ondulado ser o mais característico desse grupo, o forte-ondulado também aparece em destaque em segundo lugar. Exceto a orientação N-NE, que é a mesma para os dois outros grupos, os outros fatores (altitude, ndvi e relevo) indicam características de ambientes mais preservados e pouco alterados pelo homem, o que provavelmente se deve ao difícil acesso pelas altas altitudes, terrenos íngremes e cobertura do solo por vegetação, quando comparado aos outros grupos.

Os grupos 2 e 3 possuem características bem parecidas. Ambos apresentam a classe vegetação de capoeira/ regeneração inicial como a de maior ocorrência nas áreas de suas captações, por outro lado, a classe vegetação densa aparece como uma das minorias, se destacando os corpos d'água nas áreas do Grupo 2. As classes de orientação N-NE e de altitude montana aparecem em maior número nos dois grupos, com destaque para orientação W-NW também com grande número de ocorrências e a classe de altitude baixada em mesmo número da montana no Grupo 2. A diferença ocorre para o relevo, em que a classe ondulado aparece na maioria das áreas no Grupo 2, enquanto a classe suave ondulado seguida da plana ocorre na maior parte do Grupo 3.

5 CONCLUSÕES

- A divisão físico-hidrológica do Estado em regiões hidrográficas e em microbacias permitiu uma análise objetiva da proteção de suas captações públicas de água por unidades de conservação, já que são divisões utilizadas para fins de política pública do mesmo;
- Foram encontrados dados curiosos durante a individualização das unidades hidrológicas do estado, a exemplo dos limites das regiões hidrográficas que nem sempre respeitam os divisores topográficos, mas também os geopolíticos, fazendo com que a mesma bacia ocorra em duas regiões diferentes. Além das bacias hidrográficas demarcadas, que algumas vezes poderiam ser mais divididas em bacias menores, a exemplo daquelas pertencentes a RH-III e RH-IV que estão entre as regiões com maior número de microbacias, porém apresentam somente duas bacias cada;
- A maioria das unidades de conservação do Rio de Janeiro (31 das 50) está sob jurisdição do INEA e também a maioria (28) pertence ao grupo de proteção integral, em que se destaca a categoria Parque. Porém, a categoria que protege maior área do estado (11,4%) e também ocorre em maior número (18) é uma pertencente ao grupo de uso sustentável, a área de proteção ambiental (APA). Parte dessa porção está sobreposta por outras UCs de categorias mais restritivas, algumas vezes;
- O Estado do Rio de Janeiro apresenta suas unidades de conservação concentradas em sua região centro-sul, principalmente ao longo da cadeia da Serra do Mar, estando a RH-I, RH-IV e RH-II como as regiões com maior área protegida por UCs, nessa ordem. Porém, vale destacar que são APAs que contribuem para esse resultado nas duas últimas regiões. As RH-X, RH-VII e RH-IX são as menos protegidas por UC. Esse resultado mostra uma maior necessidade de gestão e proteção legal das áreas silvestres do norte e nordeste do Estado;
- As APAs têm um importante papel de proteção no território de estado do Rio de Janeiro, já que além de proteger mais de 10% de sua área total, abriga 96 captações públicas de água, das 163 protegidas, exclusivamente em seus limites. Dessa forma, a gestão dessas UCs, em que cinco estão sob jurisdição federal e 13 sob jurisdição estadual, através do ordenamento de seu território, a partir do zoneamento previsto no SNUC é essencial para preservação dos recursos hídricos abrangidos nessas;
- A APA Guandu, APA do rio São João e a APA da bacia do rio do Macacu são as que abrangem maior volume de água responsável pelo abastecimento público da população do estado em seus limites. Nesse caso, não só a busca para eficácia de gestão de seus territórios, mas como o estudo da possibilidade de ampliação das UCPI adjacentes a essas de forma que as captações de água em questão fossem abrangidas, deveria ser levado em consideração. A criação de outras unidades de proteção integral também pode ser avaliada;
- 25,6% das microbacias do estado contêm pelo menos uma captação pública de água em seus limites, no entanto, somente 45,1% dessas microbacias encontram-se protegidas por

unidades de conservação. Já em relação as captações de água propriamente ditas, tem-se somente 32,6% do total, inseridas em uma UC. Das 163 captações protegidas, 58,9% estão sobrepostas por unidades de conservação de uso sustentável da categoria APA, o que comprova mais uma vez a importância da gestão dessa categoria no Estado;

- As captações públicas de água, assim como as unidades de conservação, estão concentradas nas regiões hidrográficas localizadas no centro-sul do estado. Porém, as regiões com maiores números de microbacias com captação, ou seja, onde as captações encontram-se bem distribuídas, são a RH-III e a RH-IX, que são as mesmas com menor proteção de seus recursos hídricos, juntamente com a RH-VII;
- As regiões do norte e nordeste do estado são as mais carentes em relação a proteção das captações públicas de água que abrangem, assim como a RH-III. Essas se resumem, principalmente, as regiões do baixo e médio vale do rio Paraíba do Sul, a região rio Dois Rios e a de Itabapoana. É necessário o desenvolvimento de uma política regional a fim de preservar os recursos hídricos, de forma que a biologia da conservação seja a principal ferramenta, juntamente com o ordenamento territorial; e
- As APAs são as unidades de maior importância do estado, pois apesar de ocuparem maior extensão territorial do mesmo, também abrangem a área das três principais bacias hidrográficas responsáveis pelo seu abastecimento de água do estado, incluindo grande parte das captações públicas;
- As captações públicas de água do RJ estão, em maioria, inseridas em ambientes com cobertura florestal, com relevo ondulado, altitude montana e orientação N-NE. 45,6% das captações foram agrupadas no Grupo 1, da análise de agrupamento, onde os fatores ambientais apontam para classes de maior altitude, relevo mais íngreme e maiores índices de vegetação para as áreas das captações, o que provavelmente indica um difícil acesso do homem e conseqüentemente a conservação dessas áreas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, J.T. Gestão Participativa de Unidades de Conservação no país – Interpretando a APA Petrópolis. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2007. 119p.
- ARAÚJO, H. J. B. Agrupamento das espécies madeireiras ocorrentes em pequenas áreas sob manejo florestal do projeto de colonização Pedro Peixoto (AC) por similaridade das propriedades físicas e mecânicas. 2002. 184p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.
- ARAÚJO, I.R.; SIVA, H.P.; LOPES, A.S.; ALENCAR, B.P.B.; SILVA, H.D.B. 2010. Cálculo de ndvi no suporte ao estudo de desertificação no município de Orocó – PE. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010. p. 001 – 006.
- BADOLA, R.; HUSSAIN, S.A. Foundation for Environmental Conservation Valuing ecosystem functions: an empirical study on the storm protection function of Bhitarkanika mangrove ecosystem, India. Environmental Conservation, Wildlife Institute of India, V.32, n.1, p.85–92, 2005.
- BARBOSA, L.; LOPES, P. L.; REGAZZI, A.J.; GUIMARÃES, S.E.F.; TORRES, R.A. Avaliação de características de qualidade da carne de suínos por meio de componentes principais. Revista Brasileira de Zootecnia, p. v.35, n.4, p.1639-1645, 2006.
- BENSUSAN, Norit. 2001. Os Pressupostos Biológicos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação in Direito Ambiental das Áreas Protegidas: O Regime Jurídico das Unidades de Conservação. Antônio Herman Benjamin (org.). Rio de Janeiro, Forense Universitaria.
- BORSATO, F.H; MARTONI, A. M. Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no Município de Maringá, Estado do Paraná. Acta Scientiarum, Maringá, v. 26, n. 2, p.273-285, 2004.
- BORSOI, Zilda M. F.; TORRES, Solange D. A. A política de recursos hídricos no Brasil. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, v. 4, n. 8, p. 143-166, dez. 1997.
- BRAGA, Ricardo Augusto Pessoa. Avaliação dos instrumentos de políticas públicas na conservação integrada de florestas e águas, com estudo de caso na bacia do Corumbataí – SP. Escola de Engenharia de São Carlos (EESC). São Paulo, Brasil, 2006.
- BRASIL. Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC. Brasília, DF, 2006.
- CASTRO, P.; LOPES, J.D.S. Recuperação e conservação de nascentes. Viçosa, MG: CPT, 2001. 84p.
- CEIVAP – **Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul** – Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos. Rio de Janeiro. Fundação Coppetec/UFRJ/ Agência Nacional de Águas (ANA), 2002, 8v.

CEIVAP – Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul - Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Resumo. Caderno de Ações Área de Atuação do Piabanha. Anexo 4 do Relatório Contratual R-10, 2007.

CEIVAP – Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul - Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Resumo. Caderno de Ações Bacia rio Dois Rios. Relatório Contratual R-10, 2007.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas no Planalto de Poços de Caldas. 1970. 375 f. Tese (Livre Docência) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1970.

CICCO, V. de & ARCOVA, F.C.S.: Pesquisas em microbacias hidrográficas no laboratório de Hidrologia Florestal Waltter Emmrich, Cunha-SP: Quantidade de água. In: I Fórum de Geo-Bio-Hidrologia. Anais...Curitiba/PR. 1998. p 157-164. 237p.

CIDE. Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro. (2001). Anuário estatístico do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, CIDE.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.S.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.V.; PARUELO, J.; RASKIN, R.G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. 1987. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387 (15 de maio), 253-260.

COSTANZA, R., DALY, H.E., 1992. Natural Capital and Sustainable Development. *Conservation Biology* 6 (1), 37-46.

COZZOLINO, Luiz Felipe. 2005. Unidades de Conservação e os processos de Governança Local: o caso da APA do Sana (Macaé, RJ). Rio de Janeiro, dissertação de Mestrado, Programa EICOS, IP, UFRJ.

CPRM. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Estudo de Chuvas Intensas do Estado do Rio de Janeiro. 2001.

DIAS, J.E. Análise Ambiental por Geoprocessamento do município de Volta Redonda. 1999. 180f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1999.

DUNE, T., LEOPOLD, L.B. (1978). *Water in Environmental Planning*. New York: W.H. Freeman and Company.

EFTEC (Economic for the Environment Consultancy), 2005. Economic, Social and Ecological Value of Ecosystem Services: a literature review. Final report prepared for The Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra). Disponível em: <<http://www.fsd.nl/downloadattachment/71609/60019/theeconomicocialandecologicalvalueofecosystems-services.pdf>>. Acesso: março de 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. In: REUNIÃO TÉCNICA DE

LEVANTAMENTO DE SOLOS, 10, 1979, Rio de Janeiro. Súmula...Rio de Janeiro, 1979. 83p.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. The Lake and Reservoir Restoration. Guidance Manual. Washington: First Ed., 1988. 321p.

FERREIRA, A.; Cunha, C. Sustentabilidade ambiental da água consumida no Município do Rio de Janeiro, Brasil. Rev Panam Salud Publica. 2005;18(1):93–99.

FIDALGO, H.G; ROCHA, E.C.C.; UZÊDA, C.F.D.; UZÊDA, M.C.; COSTA, M.B.; ALVES, M.A.S.; VAN SLUYS, M.; SANTOS, M.A.; COSTA, T.C.C.; COZZOLINO, A.C.R. (Orgs.). Estratégias e ações para a conservação da biodiversidade no Estado do Rio de Janeiro, first ed. Instituto Biomas, Rio de Janeiro, vol. 1. p. 111–126. 2009.

FIOCRUZ, 2010. ÁguaBrasil. Sistema de avaliação da qualidade da água, saúde e saneamento. Glossário Saneamento e Meio ambiente. Fundação Oswaldo Cruz. Ministério da Saúde. Disponível em: <<http://www.aguabrasil.icict.fiocruz.br/index.php?pag=sane>>. Acesso em: outubro de 2011.

FRANCISCO, C.N.; CARVALHO, C.N. Disponibilidade hídrica - da visão global às pequenas bacias hidrográficas: o caso de Angra dos Reis, no Estado do Rio de Janeiro. Revista de Geociências – Ano 3, n.3. Niterói: Instituto de Geociências, 2004.

GENZ, F. Caracterização hidrológica da mudança do uso do solo em vertentes: mata x cultivo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSISTEMAS FLORESTAIS, 4. 1996, Resumos...1996. V.20 – 22, p.415.

GERHARDT, E.J., FINGER, C.A.G., LONGHI, S.J., SCHUMACHER, M.V. 2001. Contribuição da análise multivariada na classificação de sítios em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (bert.) O. Ktze., baseada nos fatores físicos e morfológicos do solo e no conteúdo de nutrientes da serapilheira. Rev. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 41-57.

GRANIZO, T. Manual de Planejamento para Conservação de Áreas, PCA. In: Granizo, T. (Ed.). A capacidade de conservação. The Nature Conservancy: Quito, 2006. p. 121-134.

HEIN, M. Espacialização de duas microbacias hidrográficas do rio Piracicaba para a modelagem hidrológica. 2000. 291 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Feagri, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

HUMPHREYS, R.D.; CHIMELO, J.P. Comparação entre propriedades físicas, mecânicas e esteorológicas para agrupamento de madeiras. IN: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. **Anais...** São Paulo, 1992, p. 480-490.

IBAMA. Roteiro Metodológico para Gestão de Área de Proteção Ambiental, APA/ Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Diretoria de Unidades de Conservação e Vida Silvestre – Brasília: Ed. IBAMA, 2001.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente . Portal de licenciamento. Glossário e siglas. Disponível em: <<http://200.20.53.7/Ineaportal/Glossario.aspx?ID=F0BC426B-F30E-489B-B657-762AEBA61A82>>. Acesso em: outubro de 2011.

ISA (Instituto Socioambiental). *O que é serviço ambiental?*. Disponível em: <http://pib.socioambiental.org/pt/c/terras-indigenas/servicos-ambientais/o-que-e-servico-ambiental>. Acesso em: 30/06/2009.

JÍMENEZ, F.; FAUSTINO, J. 2003. Experiencias y potencialidades del pago de servicios ambientales en cuencas hidrográficas en América Central. In: *Integrated Management of Environmental Services in Human-Dominated Tropical Landscapes*. 4th Session. p. 63-69.

KATILA, M.; PUUUSTJARVI. 2004. Mercados para los servicios medioambientales forestales: realidad y potencial. *Unasyuva* 219, V.55., p. 53-58.

LAKE, P. S. 1980. Conservation, pp. 163-173. In W. D. Willians, (ed.). *An ecological basis for water resource management*. Australian National University Press, Canberra.

LIBERATO, J.R.; VALE, F.X.R.; CRUZ, C.D. Técnicas estatísticas de análise multivariada e a necessidade de o fitopatologista conhecê-las. *Fitopatologia Brasileira*, v.24, p.5-8, 1999.

LIMA, W. de P. A função hidrológica da mata ciliar. In: *SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR*, 1989, Campinas. *Anais...* Campinas: Fundação Cargil, 1989. p. 25-42.

LIMA, W. de P. O Papel Hidrológico da Floresta na Proteção dos Recursos Hídricos. I Congresso Florestal Brasileiro, Olinda, *Revista Silvicultura*, v.41, p.59-62, 1986.

LIMA W. de P. Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias Hidrográficas. Piracicaba: Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1986. 242p.

LINHARES, C.A.; SOARES, J.V.; BATISTA, G.T. Influência do desmatamento na dinâmica da resposta hidrológica na bacia do Ji-Paraná. *Anais...* XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 3097-3105.

LONGHI, S. J. **Agrupamento e análise fitossociológica de comunidades florestais na sub-bacia hidrográfica do rio Passo Fundo-RS**. Curitiba: UFPR, 1997. 198 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 1997.

MACHADO, R.L. **Perda de solos e nutrientes em voçorocas com diferentes níveis de controle e recuperação no Médio Vale do rio Paraíba do Sul**. 2007. 86f. Dissertação (Mestrado em Agronomia e Ciência do Solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

MARDIA, K.V.; KENT, J.T. **Multivariate analysis**. London; Academic, 1979.

MARQUES, O. **Atributos Ambientais de Ecossistemas Resilientes em Microbacias Instáveis**. 2004. 54p. Monografia de conclusão de curso. Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2004.

MATTO, C.C.L.V. Mesoclimas da cidade do Rio de Janeiro. *Floresta e Ambiente*. Série Técnica. p.01-22, Jan/2006.

MELO, A.L. Serviços Ambientais Hidrológicos das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) da Mata Atlântica: bacia hidrográfica do rio São João, RJ. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2007. 96p.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). Ecosystem and Human Well-Being: a framework for assessment. Island Press, Washington, DC, 2003.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevô**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 9 fev. 2012.

MOSCA, A.A.O. Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental de manejo de florestas plantadas. 2003. 96 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MOULTON, T. P. 1999. Biodiversity and ecosystem functioning in conservation of rivers and streams. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 9: 573-578.

MOULTON, T.P. & SOUZA, M.L. (2006). Conservação com base em bacias hidrográficas. In: *Biologia da Conservação*. (ed Bergallo, H.G., Rocha, C.F.D., Alves, M.A.S. & Sluys, M.V.), pp. 45-52. Ed. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brazil.

NASCIMENTO, W.M.; VILLAÇA, M.G. Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento. *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas. Três Lagoas – MS – Nº 7 – ano 5, Maio de 2008.*

OTTONI NETTO, T.B. Fundamento de engenharia ambiental com ênfase em recursos hídricos: perenização e regularização fluvial. UFRJ. 1993. 232p.

PADUA, Maria Teresa Jorge. 2001. Área de Proteção Ambiental in *Direito Ambiental das Áreas Protegidas: O Regime Jurídico das Unidades de Conservação*. Antônio Hermam Benjamin (org.). Rio de Janeiro, Forense Universitaria.

PINTO, L.V.A.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; FERREIRA, E. Estudos das nascentes da bacia do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. *Scientia Forestalis*. n.65. p. 197-206, jun. 2004.

PORTO, Monica F. A. & PORTO, Rubem La Laina. **Gestão de bacias hidrográficas**. *Estud. av.* [online]. 2008, vol.22, n.63, pp. 43-60. ISSN 0103-4014.

PRIMACK, R. B. 1993. *Essentials of conservation biology*. Sinauer associates, Sunderland Massachusetts, USA.

Projeto PLANÁGUA - SEMADS/GTZ. (2001). *Ambiente das Águas no Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, SEMADS, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais. Volume 32, Folhas SF 23/24. Rio de Janeiro/Vitória. Ministério das Minas e Energia. Rio de Janeiro, RJ, 1983.

RANZINI, M. Balanço hídrico, ciclagem geoquímica de nutrientes e perdas de solo em duas microbacias reflorestadas com *Eucalyptus saligna* Smith, no Vale do Paraíba, SP. Piracicaba:

ESALQ, 1990. 99p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais).

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. Pedologia: base para distinção de ambientes. Viçosa: NEPUT, 1995. 304p.

RIO DE JANEIRO (Estado). *Decreto Estadual nº 31.343 de 05 de junho de 2002*. Cria o Parque Estadual dos Três Picos, no Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/legislacao/conteudo.asp>>. Acesso em: outubro de 2011.

RIO DE JANEIRO (Estado). *Decreto Estadual nº 40.670 de 22 de março de 2007*. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental do rio Guandu (APA Guandu), e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/legislacao/conteudo.asp>>. Acesso em: outubro de 2011.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto Estadual nº 41.990 de 12 de agosto de 2009. Amplia a área do Parque Estadual dos Três Picos e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, Ano XXXV, n. 146, 13 de agosto de 2009, p. 1. Disponível em: <http://www.imprensaoficial.rj.gov.br>. Acesso em: 15 jan. 2010.

RIO DE JANEIRO (Estado). *Lei Estadual nº 4018 de 05 de dezembro de 2002*. Cria a Área de Proteção Ambiental da bacia do rio Macacu e determina providências para a defesa da qualidade da água. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/legislacao/conteudo.asp>>. Acesso em: outubro de 2011.

RIO DE JANEIRO. Resolução Estadual CERHI-RJ Nº 18 de 08 de novembro de 2006, divide o território do Rio de Janeiro para fins de gestão Recursos Hídricos.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Glossário. Disponível em: <http://www2.sabesp.com.br/fale%20conosco/perguntas_frequentes/glossario.asp>. Acesso em: outubro de 2011.

SANTOS, R. F. Planejamento Ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SCHWARTZ, M.W.; BRIGHAM, C.A.; HOEKSEMA, J.D.; LYONS, K.G.; MILLS, M.H.;

VAN MANTGEM, P.J. Linking biodiversity to ecosystem function: implications for conservation ecology. *Oecologia*, Verlag, v.122, p.297–305, 2000.

SELLES, I.M. (2002)- Disponibilidade Hídrica e Superficial - Aspecto Qualidade. Seminário Bacia Hidrográfica do Rio Guandu. Problemas e Soluções, Seropédica-RJ. UFRRJ/SERLA. Cd-rom.

SILVA, I.C.; MESSAGE, D.; CRUZ, C.D.; SILVA, M.V. G.G. Aplicação de Análises Multivariadas para Determinação da Casta de Abelhas *Apis mellifera* L. (Africanizadas), Obtidas em Laboratório. *Revista Brasileira de Zootecnia*, p. v.34, n.2, p.635-640, 2005.

SKELTON, P. H., J. A.; CAMBRAY, A.; LOMBARD & G. A. Benn. 1995. Patterns of distribution and conservation status of freshwater fishes in South Africa. *South African Journal of Ichthyology* 30: 71-81.

SOULÉ, M. E. & SIMBERLOFF, D. 1986. What do genetics and ecology tell us about the design of nature reserves? *Biological Conservation* 35:19-40.

SOUZA, A. M. Monitoração e ajuste de realimentação em processos produtivos multivariados. 2000. Tese (Doutorado Engenharia de Produção) – Universidade Federal Santa Catarina, 2000.

SOUZA, E.R. Alterações físico-químicas no deflúvio de três sub-bacias hidrográficas decorrentes da atividade agrícola. Lavras: UFLA, 1996. 91p. (Dissertação – Mestrado em Engenharia Florestal / Manejo Ambiental).

TAVARES, V.E.Q.; RIBEIRO, M.M.R.; LANNA, A.E.L. Valoração Monetária de Bens e Serviços Ambientais: revisão do estado-da-arte sob a ótica da gestão das águas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH*, v.6, n.3, jul/set 1999, p.97-116.

TONELLO, K.C.; DIAS, H.C.T.; SOZA, A.L.; RIBEIRO, C.A.A.S.; LEITE, F.P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões – MG. *Revista Árvore*, Viçosa - MG, v.30, n.5, p.849-857, 2006.

TORRES, Leila Muricy; MESQUITA, Carlos Alberto Bernardo. 2002. Conselho Gestor da Área de Proteção Ambiental da Costa de Itacaré – Serra Grande: Uma experiência de Gestão Participativa. In: VII Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, anais. Fortaleza, UFCE.

TUCCI, C.E.M.; HESPANHOL, I; CORDEIRO NETTO, O.M. A gestão da água no Brasil: uma primeira avaliação da situação atual e das perspectivas para 2025 [relatório]. *Global Water Partnership*: 2000. Acessível em: http://www.unb.br/ft/enc/recursos_hidricos/relatorio.pdf. Acessado em abril de 2005.

TUNDISI, J. G. Água no Século XXI - Enfrentando a Escassez. São Carlos: Rima, 2003.

VALCARCEL, R. Balanço hídrico no ecossistema florestal e sua importância conservacionista na região ocidental dos Andes venezuelanos. In: *Seminário Sobre Atualidades e Perspectivas Florestais – A influência das Florestas no Manejo de Bacias Hidrográficas*, 1985. Anais... Curitiba, 1985.

VALCARCEL, R. (coord.). Diagnóstico Conservacionista do Sistema Light-Cedae. UFRRJ - Seropédica, RJ. 1988. 264p.

VALCARCEL, R. & SILVA, Z de S. Eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas: proposta metodológica. *Rev. Floresta e ambiente*. 1985. 4 (1) 69-80.

VALENTE, O.F. e CASTRO, P.S. Manejo de bacias hidrográficas. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 7, n. 80, p. 40-45, mar. 1987.

VALENTIN, J.L. Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Rio de Janeiro: Interciência, 2000.

VIEIRA, C.P. Alterações na cobertura vegetal: interferência nos recursos hídricos. Silvicultura, v.20, n.82, p.26-27, 2000.

VILAÇA, M.F.; GOMES, I; MACHADO, M.L.; VIEIRA, E.M.; SIMÃO, M.L.R. 2009. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: o estudo de caso do ribeirão conquista no município de Itaguara – MG. XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Universidade Federal de Viçosa. 19p. Viçosa, MG.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.

WORLD CONSERVATION MONITORING CENTRE (WCMC). 1992. Global biodiversity: status of the earth's living resources. Chapman and Hall, Londres, Reino Unido.

ZAKIA, M. J. B. Identificação e caracterização da zona ripária em uma bacia hidrográfica experimental: implicações no manejo de bacias hidrográficas e na recomposição de florestas. 1998. 98 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Universidade Paulista, São Carlos, 1998.