

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

FELIPPE RODRIGO SOUZA SILVA

USO DA ÁGUA NA BACIA DO RIO CACHOEIRA, MACIÇO DA TIJUCA (RJ):
Qualidade, Escassez e Conflitos Locais

RIO DE JANEIRO

2014

Felippe Rodrigo Souza Silva

USO DA ÁGUA NA BACIA DO RIO CACHOEIRA, MACIÇO DA TIJUCA (RJ):
Qualidade, Escassez e Conflitos Locais

Dissertação de mestrado submetida ao corpo docente do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro como requisito para a obtenção do Grau de Mestre em Geografia. Área de concentração: Planejamento e gestão ambiental.

Orientador: Prof. Dr. André de Souza Avelar

Rio de Janeiro

2014

Felippe Rodrigo Souza Silva

USO DA ÁGUA NA BACIA DO RIO CACHOEIRA, MACIÇO DA TIJUCA (RJ):
Qualidade, Escassez e Conflitos Locais

Dissertação de mestrado submetida ao corpo docente do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro como requisito para a obtenção do Grau de Mestre em Geografia. Área de concentração: Planejamento e gestão ambiental.

Aprovada por:

Prof. Dr. André de Souza Avelar (Orientador) - PPGG / UFRJ

Profa. Dra. Ana Luiza Coelho Netto - PPGG / UFRJ

Profa. Dra. Adriana Filgueira Leite - UFF

CIP - Catalogação na Publicação

S586u Silva, Felipe Rodrigo Souza
Uso da Água na Bacia do Rio Cachoeira, Maciço da Tijuca (RJ): Qualidade, Escassez e Conflitos Locais / Felipe Rodrigo Souza Silva. -- Rio de Janeiro, 2014.
164 f.

Orientador: André de Souza Avelar.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Programa de Pós Graduação em Geografia, 2014.

1. Hidrogeografia. 2. Gestão da água. 3. Uso múltiplo da água. 4. Bacia do Rio Cachoeira. I. Avelar, André de Souza, orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me concedido mais esta oportunidade de crescimento profissional, moral e intelectual.

A todos os meus familiares, em especial à minha mãe, Maria Betânia da Silva, pelo afeto e pelo incentivo tão importantes em minha vida.

Ao Professor-Doutor André de Souza Avelar pela orientação, paciência, apoio e incentivo em todos os momentos.

Aos Professores-Doutores Ana Luiza Coelho Netto, Bruno Henriques Coutinho e Anderson Malulo Sato, pelas inúmeras sugestões, co-orientações, e trocas de ideias no decorrer desse trabalho.

À minha colega de trabalho Izabel Castro pela constante dedicação e auxílio em nossos trabalhos de campo.

A todos os demais amigos e amigas alunos e funcionários do Geoheco a quem tive o privilégio de conhecer ao longo desta empreitada, pela amizade, receptividade e prestatividade cotidianos.

Aos moradores das comunidades do Mata Machado, Maracaí, Tijuaçu, Alto da Boa Vista, Comunidade Açude da Solidão e Comunidade Agrícola, pela grande receptividade e disposição ao diálogo e fornecimento de informações, sem os quais a realização deste trabalho não teria sido possível.

Às Associações de Moradores do Mata Machado e do Tijuaçu, pelas importantes informações que nos foram dadas de antemão no início dos trabalhos de campo.

Aos funcionários da Gerência de Controle de Qualidade da Água da Companhia Estadual de Águas e Esgotos (GCQ/CEDAE), pela disposição de nos concederem uma entrevista e pela cortesia de algumas tabelas e imagens que ilustram este trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo suporte financeiro desta pesquisa.

"Não se coloque dentro de uma forma, se adapte e construa a sua própria, e deixa-a expandir, como a água. Se colocarmos a água num copo, ela se torna o copo; se você colocar água numa garrafa ela se torna a garrafa. A água pode fluir ou pode colidir. Seja água, meu amigo."

(Bruce Lee)

RESUMO

O estudo trata da problemática da gestão das águas em bacias hidrográficas urbanas, enfocando o caso da Bacia do Rio Cachoeira, uma das mais importantes bacias do Maciço da Tijuca, município do Rio de Janeiro. Visou-se avaliar e diagnosticar o estado em que se encontra a gestão das águas na Bacia do Cachoeira a partir da análise espacial de indicadores de uso da água. Considerou-se o uso da água promovido pelo Poder Público e usuários da água atuantes na região e, principalmente, pela população local no que tange a três aspectos em especial: o uso múltiplo da água, o uso da água no saneamento básico e os conflitos por água entre os três grupos sociais citados. Para isso, foram realizadas pesquisas de campo em algumas das áreas de maior relevância demográfica e/ou ecológica no interior da bacia, nas quais foram oportunamente efetivadas entrevistas semi-estruturadas com moradores locais, com vistas à obtenção do banco de dados da pesquisa. Nas entrevistas foram considerados os seguintes indicadores: Tipo de abastecimento hídrico; Escassez quantitativa de água no abastecimento público; Qualidade da água no abastecimento público; Forma de destinação do esgoto; Tipo de uso da água; e Conflitos pelo uso da água. Como resultado obteve-se uma variedade de gráficos e mapas que revelaram importantes tendências de comportamento espacial para os indicadores selecionados: mais da metade dos domicílios (56%) utilizam nascentes como fontes de captação de água, tendendo os tipos de abastecimento a serem mais diversificados nas comunidades situadas na porção central da Bacia (Mata Machado e Maracaí), mesma região onde se verifica uma maior concentração dos casos de escassez quantitativa de água (eventual e muito frequente), conflitos por água entre moradores e conflitos por água entre moradores e usuário (CEDAE). Estes três últimos indicadores atingem 45%, 22% e 9% dos domicílios visitados, respectivamente. Os padrões espaciais relativos aos indicadores de Qualidade da água utilizada no abastecimento, Forma de destinação dos esgotos e Tipo de uso da água revelam-se bastante homogêneos em toda a bacia, predominando os casos de água de boa qualidade (81%), domicílios atendidos pela rede de esgotamento sanitário (81%) e uso da água exclusivamente doméstico (82%). A presença do Estado na implementação de políticas de água na bacia é ainda bastante diminuta e insatisfatória na percepção da grande maioria da população (93%), tendendo a priorizar a região de ocupação mais abastada e mais próxima ao Parque Nacional da Tijuca. Tais resultados confirmam a importância vital dos mananciais existentes na Bacia do Cachoeira para a sustentação de todo o seu ciclo de uso da água, haja vista que todos os tipos de abastecimento identificados (abastecimento regular e irregular, nascentes, poços, formas mistas) dependem totalmente dos estoques hídricos do Maciço da Tijuca, em grande parte situados na própria bacia.

ABSTRACT

The study addresses the issue of water management in urban watersheds, focusing on the case of the Cachoeira River Basin, one of the major river basins of the Tijuca Massif, municipality of Rio de Janeiro. Aimed to evaluate and diagnose the state you are in water management in the Waterfall Basin from the spatial analysis of water use indicators. We considered the use of water promoted by the Government and active users of water in the region, and especially by the local population with regard to three aspects in particular: the multiple use of water, water use in sanitation and conflicts for water between the three cited social groups. For this, field surveys were conducted in some of the areas of greatest demographic and / or ecological significance within the basin, in which were duly conducted semi-structured interviews with local residents, with a view to obtaining the search database. In the interviews considered the following indicators: Water supply type; Water shortage in the public water supply; Water quality in public water supply; Sewage disposal form; Water use type; and conflicts over water use. As a result we obtained a variety of charts and maps that revealed significant spatial behavior trends for selected indicators: over half of households (56%) use springs as water catchment sources, tending the types of supply to be more diverse in communities located in the central portion of the basin (Mata Machado and Maracaí), the same region where there is a greater concentration of cases of quantitative water scarcity (eventual and very common), conflicts over water between residents and conflicts over water between residents and user (CEDAE). These last three indicators reach 45%, 22% and 9% of the households visited, respectively. The spatial patterns related to indicators Water quality used in the supply, Sewage disposal form and Water use type turn out to be quite homogeneous across the basin, predominantly good quality water cases (81%), households served the sewage system (81%) and exclusively domestic water use (82%). The presence of the state in the implementation of water policies in the basin is still quite small and poor in the perception of the majority of the population (93%), tending to prioritize the wealthiest occupied region and closer to the Tijuca National Park. These results confirm the vital importance of the existing sources in the Waterfall Basin to support its entire use of water cycle, given that all types of supply identified (regular and irregular supply, springs, wells, mixed forms) depend entirely water stocks of the Tijuca Massif, largely located in the basin itself.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Questões e Objetivos	17
2	BASES TEÓRICO-CONCEITUAIS DA GESTÃO DA ÁGUA: UMA PERSPECTIVA GEOGRÁFICA	20
2.1	CONCEITOS BÁSICOS DA GESTÃO DA ÁGUA	23
2.1.1	Ciclo Hidrológico.....	28
2.1.2	A Bacia hidrográfica: unidade físico-territorial da gestão da água.....	31
2.2	ANÁLISE ESPACIAL DE DADOS GEOGRÁFICOS APLICADA À AVALIAÇÃO DA GESTÃO DAS ÁGUAS	33
3	POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS E GESTÃO DAS ÁGUAS NO BRASIL	37
3.1	INDICADORES DE USO DA ÁGUA	41
3.1.1	Usos múltiplos da água.....	43
3.1.2	Uso da água no saneamento básico em áreas urbanas	45
3.1.3	Conflitos pelo uso da água	47
4	ÁREA DE ESTUDO.....	50
4.1	SETORES DE PESQUISA DA BACIA DO RIO CACHOEIRA.....	53
4.2	O USO DA ÁGUA NA BACIA DO RIO CACHOEIRA PELO PODER PÚBLICO.....	59
4.3	O USO DA ÁGUA NA BACIA DO RIO CACHOEIRA PELOS USUÁRIOS DA ÁGUA .	64
4.4	O SUBCOMITÊ DE BACIA DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BAÍA DE GUANABARA - SISTEMA LAGUNAR DE JACAREPAGUÁ	71
4.5	A GESTÃO DAS ÁGUAS NO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA	74
5	MATERIAIS E MÉTODOS.....	78
5.1	LEVANTAMENTO DOS DADOS E PESQUISAS DE CAMPO.....	79
5.2	ELABORAÇÃO DO BANCO DE DADOS.....	83
5.3	TRATAMENTO ESTATÍSTICO E MAPEAMENTO DOS INDICADORES	83
5.4	ANÁLISE ESPACIAL	84

6	RESULTADOS E DISCUSSÕES: O USO DA ÁGUA NA BACIA DO RIO CACHOEIRA PELA SOCIEDADE CIVIL.....	86
6.1	SETOR MATA MACHADO	87
6.2	SETOR MARACAÍ	102
6.3	SETOR TIJUAÇU	111
6.4	SETOR ALTO DA BOA VISTA	120
6.5	SETOR COMUNIDADE AÇUDE DA SOLIDÃO	129
6.6	SETOR COMUNIDADE AGRÍCOLA.....	132
6.7	ANÁLISE PARA TODA A BACIA.....	141
7	CONCLUSÕES	155
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	159

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 - Movimentos e mudanças de estado da água no ciclo hidrológico.....	29
Figura 4.1 - Bacia do Rio Cachoeira	50
Figura 4.2 - Uso e cobertura do Solo na Bacia do Rio Cachoeira	53
Figura 4.3 - Mapa dos Setores de Pesquisa selecionados na Bacia do Cachoeira	54
Figura 4.4 - Rio Cachoeira no ponto de confluência com o Rio da Gávea Pequena. Avista-se ao fundo a Escola Municipal Mata Machado.....	56
Figura 4.5 - Áreas de influência direta e indireta do Projeto de Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá para os meios físico e biótico, com destaque para a situação da Bacia do Cachoeira na área de influência indireta	61
Figura 4.6 - Localização das estações de monitoramento da qualidade das águas interiores do Inea na Região Hidrográfica do Sistema Lagunar de Jacarepaguá, com destaque para a Estação CC000, referente ao Rio Cachoeira	62
Figura 4.7 - Mapa dos IQ _{ANsf} para as estações de amostragem do Inea na Região Hidrográfica do Sistema Lagunar de Jacarepaguá referentes ao ano de 2013.....	64
Figura 4.8 - Unidade de Tratamento de Água Afonso Viseu	66
Figura 4.9 - Unidade de Tratamento de Água da Gávea Pequena.....	67
Figura 4.10 - Áreas de influência das Unidades de Tratamento: Afonso Viseu e Gávea Pequena.....	68
Figura 4.11 - Localização da Sub-região hidrográfica da Baixada de Jacarepaguá na Região Hidrográfica da Baía de Guanabara.....	72
Figura 4.12 - Parque Nacional da Tijuca (PNT).....	74
Figura 5.1 - Estimador de intensidade de distribuição de pontos	85
Figura 6.1 - Mapa dos domicílios visitados em cada Setor de Pesquisa na Bacia do Cachoeira	86
Figura 6.2 - Gráfico dos percentuais para cada tipo de abastecimento hídrico existente no Setor Mata Machado.....	87
Figura 6.3 - Mapa dos tipos de abastecimento hídrico por domicílio no Setor Mata Machado.....	88
Figura 6.4 - Mapa das densidades de domicílios com abastecimento irregular por quilômetro quadrado no Setor Mata Machado.....	89
Figura 6.5 - Mapa das densidades de domicílios abastecidos via poço e formas mistas por quilômetro quadrado no Setor Mata Machado	89
Figura 6.6 - Mapa das densidades de domicílios abastecidos via nascentes por quilômetro quadrado no Setor Mata Machado.....	90

Figura 6.7 - Uma das caixas d'água construídas durante o Programa Favela Bairro, no alto do Mata Machado	91
Figura 6.8 - Um dos vários pares de canaletas instaladas em grande parte dos domicílios do Mata Machado durante o Programa Favela Bairro para a conexão da comunidade à rede geral de abastecimento de água regular	92
Figura 6.9 - Estruturas informais de captação das águas das nascentes da Pedra Bonita para abastecimento no alto da comunidade do Mata Machado	93
Figura 6.10 - Gráfico dos percentuais para cada classe de escassez quantitativa de água no abastecimento público do Setor Mata Machado.....	94
Figura 6.11 - Mapa dos níveis de escassez quantitativa de água por domicílio no abastecimento público do Setor Mata Machado.....	95
Figura 6.12 - Gráfico dos percentuais para cada classe de qualidade da água no abastecimento público do Setor Mata Machado.....	96
Figura 6.13 - Mapa dos níveis de qualidade da água por domicílio no abastecimento público do Setor Mata Machado.....	97
Figura 6.14 - Gráfico dos percentuais para cada forma de destinação do esgoto no Setor Mata Machado.....	98
Figura 6.15 - Mapa das formas de destinação do esgoto por domicílio do Setor Mata Machado.....	99
Figura 6.16 - Gráfico dos percentuais para cada tipo de uso da água no Setor Mata Machado.....	100
Figura 6.17 - Gráfico dos percentuais de alegações de presença ou ausência de conflitos por água entre moradores no Setor Mata Machado.....	101
Figura 6.18 - Mapa das áreas mais propensas à ocorrência de conflitos por água entre moradores no Setor Mata Machado.....	102
Figura 6.19 - Gráfico dos percentuais pra cada tipo de abastecimento hídrico no Setor Maracaí.....	103
Figura 6.20 - Mapa dos tipos de abastecimento de água por domicílio no Setor Maracaí..	104
Figura 6.21 - Gráfico dos percentuais para cada classe de escassez quantitativa de água no abastecimento público do Setor Maracaí	105
Figura 6.22 - Mapa dos níveis de escassez quantitativa de água por domicílio no Setor Maracaí.....	105
Figura 6.23 - Gráfico dos percentuais para cada classe de qualidade da água no abastecimento público do Setor Maracaí	107
Figura 6.24 - Mapa das classes de qualidade da água por domicílio no Setor Maracaí.	107
Figura 6.25 - Gráfico dos percentuais para cada forma de destinação do esgoto no Setor Maracaí.....	108

Figura 6.26 - Mapa das formas de destinação do esgoto por domicílio no Setor Maracaí..	109
Figura 6.27 - Gráfico dos percentuais para cada tipo de uso da água no Setor Maracaí ...	110
Figura 6.28 - Gráfico dos percentuais das alegações de conflitos por água entre moradores no Setor Maracaí	111
Figura 6.29 - Gráfico dos percentuais para cada tipo de abastecimento hídrico no Setor Tijuacu.....	112
Figura 6.30 - Mapa dos tipos de abastecimento de água por domicílio no Setor Tijuacu ...	112
Figura 6.31 - Gráfico dos percentuais para cada classe de escassez quantitativa de água no abastecimento público do Setor Tijuacu	113
Figura 6.32 - Mapa dos níveis de escassez quantitativa de água por domicílio no Setor Tijuacu.....	114
Figura 6.33 - Gráfico dos percentuais para cada classe de qualidade da água no abastecimento público do Setor Tijuacu	115
Figura 6.34 - Mapa dos níveis de qualidade da água por domicílio no abastecimento hídrico do Setor Tijuacu.....	116
Figura 6.35 - Gráfico dos percentuais para cada formas de destinação do esgoto no Setor Tijuacu.....	117
Figura 6.36 - Mapa das formas de destinação do esgoto por domicílio no Setor Tijuacu ...	117
Figura 6.37 - Gráfico dos percentuais para cada forma de uso da água no Setor Tijuacu .	118
Figura 6.38 - Gráfico dos percentuais para as alegações de presença ou ausência de conflitos por água entre moradores no Setor Tijuacu	119
Figura 6.39 - Gráfico dos percentuais para as alegações de presença ou ausência do Estado para a melhoria das condições de uso da água, segundo os moradores do Setor Tijuacu	120
Figura 6.40 - Gráfico dos percentuais para cada tipo de abastecimento hídrico existente no Setor Alto da Boa Vista.....	121
Figura 6.41 - Mapa dos tipos de abastecimento de água por domicílio no Setor Alto da Boa Vista	122
Figura 6.42 - Gráfico dos percentuais para cada classe de escassez quantitativa de água no abastecimento público do Setor Alto da Boa Vista.....	123
Figura 6.43 - Mapa dos níveis de escassez de água por domicílio no abastecimento do Setor Alto da Boa Vista	123
Figura 6.44 - Gráfico dos percentuais para cada classe de qualidade da água no abastecimento do Setor Alto da Boa Vista	125
Figura 6.45 - Mapa dos níveis de qualidade da água por domicílio no abastecimento do Setor Alto da Boa Vista.....	125
Figura 6.46 - Gráfico dos percentuais para cada forma de destinação do esgoto no Setor Alto da Boa Vista	126

Figura 6.47 - Mapa das formas de destinação dos esgotos por domicílio no Setor Alto da Boa Vista	127
Figura 6.48 - Gráfico dos percentuais para as alegações de presença ou ausência de Conflitos por água entre moradores no Setor Alto da Boa Vista	128
Figura 6.49 - Gráfico dos percentuais para as alegações de presença ou ausência de conflitos por água entre moradores e usuário (CEDAE) no Setor Alto da Boa Vista.	128
Figura 6.50 - Gráfico dos percentuais para as alegações de presença ou ausência do Estado para a melhoria das condições de uso da água, segundo os moradores do Setor Alto da Boa Vista	129
Figura 6.51 - Gráfico dos percentuais para cada classe de escassez quantitativa de água no abastecimento do Setor Comunidade Açude da Solidão	130
Figura 6.52 - Gráfico dos percentuais para cada classe de qualidade da água no abastecimento do Setor Comunidade Açude da Solidão	130
Figura 6.53 - Gráfico dos percentuais para cada forma de destinação do esgoto no Setor Comunidade Açude da Solidão.....	131
Figura 6.54 - Mapa das formas de destinação dos esgotos por domicílio no Setor Comunidade Açude da Solidão.....	132
Figura 6.55 - Gráfico dos percentuais para cada classe de escassez quantitativa de água no abastecimento do Setor Comunidade Agrícola	133
Figura 6.56 - Mapa das ocorrências de escassez de água por domicílio no abastecimento do Setor Comunidade Agrícola.....	133
Figura 6.57 - Gráfico dos percentuais para cada classe de qualidade da água no abastecimento do Setor Comunidade Agrícola	135
Figura 6.58 - Mapa das classes de qualidade da água por domicílio no abastecimento do Setor Comunidade Agrícola.....	135
Figura 6.59 - Captação de água de nascentes mais próximas ao Setor Comunidade Agrícola em trecho próximo a um depósito de lixo local.....	136
Figura 6.60 - Gráfico dos percentuais para cada forma de destinação do esgoto no Setor Comunidade Agrícola	137
Figura 6.61 - Mapa das formas de destinação do esgoto por domicílio no Setor Comunidade Agrícola	138
Gráfico 6.62 - Gráfico dos percentuais para cada forma de uso da água pela população no Setor Comunidade Agrícola.....	139
Figura 6.63 - Gráfico dos percentuais para as alegações de presença ou ausência de conflitos por água entre moradores no Setor Comunidade Agrícola	140
Figura 6.64 - Gráfico dos percentuais das alegações de presença ou ausência de conflitos por água entre moradores e usuário (CEDAE) no Setor Comunidade Agrícola	140

Figura 6.65 - Gráfico dos percentuais para cada tipo de abastecimento de água na Bacia do Rio Cachoeira.....	142
Figura 6.66 - Mapa das proporções de tipos de abastecimento de água por setor na Bacia do Rio Cachoeira	144
Figura 6.67 - Gráfico dos percentuais para cada classe de escassez quantitativa de água na Bacia do Rio Cachoeira	145
Figura 6.68 - Mapa das proporções das classes de escassez quantitativa de água por setor na Bacia do Rio Cachoeira	146
Figura 6.69 - Gráfico dos percentuais para cada classe de qualidade da água utilizada no abastecimento da população da Bacia do Rio Cachoeira	147
Figura 6.70 - Mapa das proporções das classes qualidade de água por setor no abastecimento da população da Bacia do Rio Cachoeira	148
Figura 6.71 - Gráfico dos percentuais para cada forma de destinação do esgoto dos domicílios da Bacia do Rio Cachoeira.....	149
Figura 6.72 - Mapa das proporções das formas de destinação do esgoto por setor nos domicílios da Bacia do Rio Cachoeira.....	150
Figura 6.73 - Gráfico dos percentuais para cada forma de uso da água verificada nos domicílios da Bacia do Rio Cachoeira.....	151
Figura 6.74 - Gráfico das ocorrências percentuais de conflitos por água entre moradores na Bacia do Rio Cachoeira	152
Figura 6.75 - Mapa das ocorrências percentuais de conflitos por água entre moradores por setor na Bacia do Rio Cachoeira	152
Figura 6.76 - Gráfico das ocorrências percentuais de conflitos por água entre moradores e usuários na Bacia do Rio Cachoeira.....	153
Figura 6.77 - Gráfico dos percentuais de presença/ausência do Poder Público na gestão das águas da Bacia do Cachoeira, segundo a avaliação da população local....	154

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Usos da água.....	44
Tabela 4.1 - Volume de material a ser dragado no Projeto de Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá, com destaque para a região de contribuição do Rio Cachoeira	60
Tabela 4.2 - Faixas de qualidade da água baseadas no IQA _{NSF}	63
Tabela 4.3 - Resultados dos IQA _{NSF} referentes aos anos de 2012 e 2013 para a Estação de Amostragem CC000 do Inea, localizada no Rio Cachoeira.....	63
Tabela 4.4 - Mananciais, áreas de influência e população abastecida pelos Sistemas de Abastecimento de Água Afonso Viseu e Gávea Pequena.....	67
Tabela 4.5 - Monitoramento de parâmetros da qualidade da água distribuída pelo Sistema Afonso Viseu	69
Tabela 4.6 - Monitoramento de parâmetros da qualidade da água distribuída pelo Sistema Gávea Pequena.....	70
Tabela 4.7 - Composição atual do Subcomitê do Sistema Lagunar de Jacarepaguá, com destaque para os representantes dos Usuários, da Sociedade Civil e do Poder Público atuantes na Bacia do Cachoeira	73
Tabela 4.8 - Grupos sociais beneficiários dos recursos hídricos do Parque Nacional da Tijuca e seus respectivos tipos de uso da água	75
Tabela 5.1 - Relação das questões/itens do questionário aplicado nas entrevistas semi-estruturadas com os indicadores de uso da água adotados e seus respectivos conceitos básicos (bases técnico-científicas).....	82

1 INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial à manutenção da vida na Terra e à existência do homem enquanto ser social. As sociedades necessitam vitalmente da água em condições adequadas de qualidade e em quantidade suficiente para atender às suas necessidades básicas, de saúde, saneamento, além de seu próprio desenvolvimento social e econômico. De fato, a água é um recurso de participação fundamental em praticamente todas as atividades humanas, prestando-se a múltiplos usos: geração de energia elétrica, abastecimento doméstico e industrial, irrigação de culturas agrícolas, navegação, recreação, aquicultura, piscicultura, pesca e também para assimilação e afastamento de esgotos. A busca por água sempre foi uma grande preocupação para as sociedades desde tempos imemoriais, fato que explica o papel da água como um fator determinante para a fixação humana e para a urbanização.

Os estoques hídricos se distribuem pelo globo em proporções extremamente desiguais. Conforme apontam Setti et al. (2001), Ribeiro (2008) e Telles e Costa (2010), dos cerca de 1.386 milhões de km³ de água da Terra, 97,5% são salgados formando oceanos e mares e apenas 2,5% (35 milhões de km³) constituem-se de água doce. Esse volume tem permanecido aproximadamente constante durante os últimos 500 milhões de anos. Porém, desse total de água doce, 68,7% encontram-se em área de difícil acesso e extração, como a Antártida (21.600 km³, equivalente a 61,7% do total de água doce da Terra) e nas geleiras das altas montanhas. Os 31,3% restantes estão distribuídos entre o subsolo (30,1%), rios, pântanos, entre outros reservatórios naturais. Os mananciais mais acessíveis à utilização humana (volumes de água estocados nos rios e lagos de água doce), somam apenas cerca de 200 mil km³, isto é, 0,27% do volume de água doce e cerca de 0,007% do volume total de água da Terra, dados que revelam a notória esgotabilidade da água potável acessível no mundo.

A sociedade moderna, no entanto, desde a Revolução Industrial, tem explorado desenfreadamente este recurso esgotável e vital generalizando o paradigma do crescimento a qualquer custo até às últimas consequências. Isso levou os recursos hídricos a condições de degradação graves em diversos lugares do mundo. Os recursos hídricos tem tido sua qualidade severamente comprometida na razão direta do maior desenvolvimento tecnológico da sociedade. O acelerado crescimento populacional que acompanhou a expansão da urbanização e industrialização, além do processo de expansão e modernização da agricultura no campo, tem conduzido ao aumento da demanda de água, o que vem ocasionando problemas de escassez quantitativa e qualitativa desse recurso em várias regiões.

Conforme apontam Setti et al (2001), estima-se que mais de um bilhão de pessoas vivem em condições insuficientes de disponibilidade de água para consumo atualmente e que, em 30 anos, cerca de 5,5 bilhões de pessoas estarão vivendo em áreas com moderada ou séria falta de água. Embora globalmente exista uma quantidade de água doce suficiente para o atendimento de toda a população mundial, a distribuição não uniforme dos recursos hídricos e da população sobre o planeta acaba por gerar cenários adversos quanto à disponibilidade hídrica. Soma-se a isso o problema da crescente escassez de água de boa qualidade para o consumo humano em decorrência da poluição e contaminação dos corpos hídricos, problema que atinge em maior ou menor grau, todos os grandes centros urbanos mundiais.

Em decorrência da acelerada degradação da água e da própria distribuição física desigual desse recurso no planeta, emerge o problema da escassez dos recursos hídricos em condições de qualidade ideais para o consumo humano, que hoje atinge proporções alarmantes, especialmente nos grandes centros urbano-industriais. Segundo Machado e Torres (2012), a água que viabilizou o processo de urbanização tem sido constantemente inviabilizada por ele. O que se observa, especialmente nas cidades, é a ocorrência de profundas e severas alterações na sua qualidade, quantidade e disponibilidade. As relações entre o processo de urbanização e os recursos hídricos tem se notabilizado, sobretudo, pelo insucesso, com significativos prejuízos à qualidade das águas urbanas. A degradação das bacias hidrográficas urbanas representam um elevado custo econômico e social, gerado por um modelo de desenvolvimento historicamente descomprometido com o planejamento ambiental e com a conservação dos recursos naturais.

Diante deste cenário, a população concentrada em cidades enfrenta maiores desafios para obter água de qualidade. Para Ribeiro (2008), as principais causas da falta desse recurso em cidades são a degradação de mananciais, vazamentos no sistema de distribuição (que em média chega a 20%), e degradação da água subterrânea devido ao contato com material poluidor, como o chorume, resultante da deposição e do tratamento inadequados dos resíduos sólidos urbanos. As manchas urbanas demandam muita água para a produção do espaço urbano e para suprir as demais necessidades de seus habitantes, tornando cada vez mais caro prover água a populações das grandes cidades e das metrópoles. Seus gestores enfrentam dificuldades em manter seus mananciais e em destinar adequadamente resíduos sólidos ou esgoto, os quais acabam contaminando corpos d'água e aquíferos. Deste fato, decorre a importância de políticas de água que baseiem sua implementação em indicadores ambientais adequados ao gerenciamento e à gestão das bacias hidrográficas urbanas.

A degradação, portanto, leva à escassez. Esta, por sua vez, gera conflitos. Sendo um recurso natural e um bem de valor econômico esgotável e limitado, a água, em suas

múltiplas formas de uso por múltiplos sujeitos dotados de interesses igualmente múltiplos e em muitos casos divergentes; está no cerne de uma infinidade de conflitos territoriais, nas mais diversas escalas, desde as mais locais até a global. Fala-se hoje até mesmo do seria o desencadeamento de uma *crise da água*, apontando-se o conflito entre árabes e palestinos em Israel pela posse do Rio Jordão como um caso emblemático. Como veremos no decorrer desta dissertação, a crise da água resulta de uma grave incompatibilidade entre as distribuições física e política da água na superfície da Terra. Quanto maior a escassez de água, maior a necessidade e a importância do seu gerenciamento e de sua gestão para um efetivo controle e organização de seus usos e dos conflitos possivelmente gerados em razão desses usos. Com efeito, a realidade em que se encontram os recursos hídricos no Brasil e no mundo evidencia a necessidade urgente da aplicação de políticas multiescalares, integradas e eficientes de gestão dos recursos hídricos, hipótese central deste estudo.

1.1 QUESTÕES E OBJETIVOS

A presente dissertação de mestrado trata da problemática da gestão das águas em bacias hidrográficas urbanas, enfocando o caso da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, uma das mais importantes bacias hidrográficas do Maciço da Tijuca, Município do Rio de Janeiro. A realidade da gestão dos recursos hídricos na Bacia do Rio Cachoeira é diagnosticada e avaliada a partir da verificação e análise crítica do comportamento espacial apresentado por indicadores de uso da água diretamente ligados a três setores de fundamental importância na gestão dos recursos hídricos: o uso múltiplo da água, o uso da água no saneamento básico e os conflitos territoriais relacionados ao uso da água pela população, pelos usuários (isto é, pessoas jurídicas detentoras do direito de outorga do uso dos recursos hídricos) e pelo Poder Público. A abordagem parte da questão central de como tem se processado a gestão dos recursos hídricos na Bacia do Rio Cachoeira - e quais são os fatores mais relevantes que explicam esse processo - segundo estes indicadores, cujos dados foram levantados a partir de fontes oficiais e de pesquisas de campo realizadas na área de estudo. O padrão espacial apresentado por estes indicadores de uso da água é analisado considerando-se tanto problemas de quantidade como de qualidade desses recursos no espaço geográfico.

O estudo tem, portanto, como objetivo geral diagnosticar e avaliar a gestão dos recursos hídricos na Bacia do Rio Cachoeira especialmente em três aspectos: o do *uso múltiplo da água*, o do *saneamento básico* (contemplando indicadores de abastecimento hídrico e esgotamento sanitário), e o dos *conflitos territoriais* ligados ao seu uso pelo Poder

Público, pelos Usuários da água e pela Sociedade Civil residente nessa região. A partir deste objetivo geral temos como objetivos específicos:

- Identificar quais são os *tipos de uso da água* predominantes na Bacia do Rio Cachoeira, seus respectivos padrões de distribuição espacial e as principais causas que explicam esses padrões;
- Mapear os *tipos de abastecimento de água* e de *destinação do esgoto* existentes na região, identificando as áreas onde os problemas da escassez quantitativa e da degradação da qualidade da água se mostram mais preocupantes, bem como, os fatores que explicam a diferenciação espacial desses problemas, a partir da percepção dos moradores locais e da análise de dados oficiais;
- Localizar as áreas mais propensas à ocorrência de *conflitos* por água, explicando como a relação Poder Público-Usuários-Sociedade Civil se expressa em recortes territoriais na gestão dos recursos hídricos da área de estudo.

O objeto de interesse desta pesquisa está focado no uso múltiplo, no saneamento básico e nos conflitos por água no que estes tangem aos usos urbanos da água, os quais, de acordo com Setti et al. (2001), correspondem a todos os usos gerados em cidades, vilas e pequenos núcleos urbanos, para fins de abastecimento doméstico, comercial, público e industrial. A demanda urbana de água é constituída pela demanda doméstica, acrescida de outras, praticamente inseparáveis desta, por se referirem a atividades que dão origem ao núcleo urbano: indústria, comércio, prestação de serviços públicos e privados.

A avaliação da gestão da água em bacias como a do Rio Cachoeira mostra-se altamente relevante em vista da situação peculiar desta bacia em uma região de grande interesse ecológico marcada por elevados índices de expansão urbana na evolução e dinâmica recentes da paisagem local. Isso se evidencia quando constatamos que a maior parte da região é ocupada pela Floresta da Tijuca - a maior floresta urbana do mundo replantada pelo homem, onde se localiza o Parque Nacional da Tijuca, unidade de conservação mais visitada do Brasil (PNT, 2013) - e quando observamos a acelerada expansão do uso e ocupação urbanos que vem ocorrendo no interior e entorno da bacia nas últimas décadas.

Nessa perspectiva, a abordagem que se segue estrutura-se basicamente em seis partes. Na primeira parte, denominada *Bases teórico-conceituais da gestão da água: uma perspectiva geográfica*, são explicitados e discutidos alguns conceitos básicos da gestão de recursos hídricos, bem como, as abordagens e categorias de análise geográficas que

fundamentam este estudo. A segunda parte, intitulada *Política Nacional de Recursos Hídricos e Gestão das Águas no Brasil*, trata dos princípios e fundamentos da Lei Federal Nº 9.433/97 e suas implicações na história recente da gestão das águas no Brasil, especialmente no que diz respeito aos indicadores de uso da água adotados. A terceira parte, *Área de estudo*, procura caracterizar a Bacia do Rio Cachoeira em seus diversos aspectos ambientais, político-administrativos e socioeconômicos. A quarta parte, denominada *Materiais e Métodos*, destina-se às considerações de caráter mais operacional, apresentando as técnicas e atividades do método de investigação seguido pela pesquisa. A quinta parte (*Resultados e Discussão*) corresponde à análise empírica propriamente dita, apresentando e discutindo os resultados do estudo em forma de mapas e gráficos, com vistas à realização de uma avaliação global da gestão das águas na bacia do Rio Cachoeira. E, finalmente, a sexta parte (*Conclusões*) sintetiza as principais conclusões obtidas no estudo, indicando ainda, algumas sugestões para pesquisas futuras.

2 BASES TEÓRICO-CONCEITUAIS DA GESTÃO DA ÁGUA: UMA PERSPECTIVA GEOGRÁFICA

A contextualização geográfica dos estudos relativos à gestão das águas no mundo contemporâneo pode ser alcançada na perspectiva do que podemos chamar de hidrogeografia e, mais especificamente, uma geografia política da água. A este respeito, importantes considerações conceituais propostas e discutidas por Machado e Torres (2012), Castro (2005), Raffestin (1993) e Ribeiro (2008) são aqui tomadas como ponto de partida e merecem ser destacadas.

Sem pretenderem atribuir uma conceituação definitiva a este ramo da geografia e da hidrologia, Machado e Torres (2012) definem hidrogeografia nos seguintes termos:

*A hidrogeografia se apresenta como uma evolução acadêmica da hidrografia, tradicionalmente mais descritiva. Ela possui uma abordagem mais ampla que envolve o estudo do comportamento das águas na natureza e suas implicações na organização espacial e econômica da sociedade; estuda a água como fator formador e modificador de paisagens; estuda os arranjos que se estabelecem entre água e solo, água e vegetação, água e clima. Assim, acaba por abarcar em seu escopo aspectos tão abrangentes quanto múltiplos, como os processos erosivos, o abastecimento público ou as modalidades de usos do solo, o que implica, por sua vez, em trabalhar diretamente com aspectos estratégicos ligados ao planejamento ambiental e ao ordenamento territorial, como a *gestão de bacias hidrográficas* e o *gerenciamento de recursos hídricos* (MACHADO e TORRES, 2012 - sem grifo no original).*

A hidrogeografia é, assim, o estudo geográfico da água, sua ocorrência, propriedades, distribuição, uso e gestão. Nesse sentido, ela pode ser compreendida como uma interpretação dos conhecimentos hidrológicos a partir da ótica da geografia, procurando identificar, descrever, classificar e explicar os fenômenos e processos envolvendo a água a partir de sua espacialidade, isto é, de sua dimensão, distribuição, estrutura, dinâmica e organização espacial. Isso envolve o estudo da ocorrência espacial dos reservatórios hídricos e sua relação com os demais componentes (físicos e sociais) do espaço geográfico. Dada a complexidade de seu objeto de estudos, a hidrogeografia corresponde à um campo de conhecimentos necessariamente abrangente, transversal, integrado e interdisciplinar, situando-se na interface geografia física-geografia humana.

Ao tratar também de aspectos estratégicos ligados à gestão de bacias hidrográficas e gerenciamento de recursos hídricos, um dos aspectos mais importantes englobados pela hidrogeografia refere-se à espacialidade política da água, compreendendo, portanto, o que podemos chamar de *geografia política da água*, na perspectiva trabalhada por Ribeiro (2008). A compreensão do significado e propósito do estudo geográfico-político da água exige, no entanto, um primeiro esclarecimento acerca do que estamos entendendo por geografia política e por território, categoria de análise nela central.

Parte-se da concepção de *geografia política* proposta por Castro (2005), para quem o campo deste ramo da Geografia se define na relação entre a *política* – expressão e modo de controle dos conflitos sociais – e o *território* – base material e simbólica da sociedade. Para a autora a relação entre a política e o território, assim entendidos, define as muitas dimensões das relações espaço-sociedade que envolvem temas e questões específicas (como a da gestão da água), requerendo um aparato conceitual e metodológico adequado e é com o recurso ao aparato da geografia política que essas dimensões podem ser investigadas em profundidade. A definição de Castro baseia-se no pressuposto de que as questões e os conflitos de interesses surgem das relações sociais e se territorializam, ou seja, materializam-se em disputas entre esses grupos e classes sociais para organizar o território da maneira mais adequada aos objetivos e interesses de cada sujeito ou grupo social. Essas disputas no interior da sociedade criam tensões e formas de organização do espaço que definem a geografia política como importante campo da análise geográfica.

Para Castro, cabe à geografia política analisar como os fenômenos políticos se territorializam e recortam espaços significativos das relações sociais, dos seus interesses, solidariedades, conflitos, controle, dominação e poder. Nesse sentido, a ideia de política está sempre ligada ao fenômeno da organização e controle de conflitos de interesses sociais a partir do qual relações de poder podem ser instrumentalizadas. A autora esclarece que para a análise dos espaços políticos, o recurso ao artifício metodológico da escala tem sido uma perspectiva adequada porque identifica o significado das escalas de ação política e os recortes territoriais produzidos por esta ação. As escalas dos fenômenos globais, nacionais, regionais e locais definem recortes significativos para a análise em geografia política. Dessa forma, a geografia política não pode prescindir de nenhuma dessas escalas, pois elas definem recortes de pertinência da medida das ações sociais (inclusive a ação político-institucional do Estado) que produzem escalas dos fenômenos políticos.

A definição do território como “base material e simbólica da sociedade” presente na concepção do campo da geografia política defendida por Castro parece-nos bastante consoante com a definição de território proposta por Raffestin. Este autor confere uma maior aproximação e precisão conceitual ao território, definindo-o a partir de sua diferenciação com a noção de espaço:

É essencial compreender bem que o espaço é anterior ao território. O território se forma a partir do espaço, é o resultado de uma ação conduzida por um ator sintagmático (ator que realiza um programa) em qualquer nível. Ao se apropriar de um espaço, concreta ou abstratamente (por exemplo, pela representação), o ator "territorializa" o espaço. [...] O território, nessa perspectiva, é um espaço onde se projetou um trabalho, seja energia e informação, e que, por consequência, revela relações marcadas pelo poder (RAFFESTIN, 1993).

Para Raffestin, o território é, portanto, uma resultante do processo de modificação de um espaço físico original pela ação humana, mediante redes, circuitos e fluxos (inclusive de poder) que nele passam a se instalar: rodovias, estradas de ferro, rotas aéreas, hidrovias, domicílios e edificações, infraestruturas de saneamento básico; circuitos comerciais, bancários e de gestão político-administrativa (inclusive dos recursos hídricos); entre outras instâncias territoriais. Nas palavras do autor: "O espaço é a 'prisão original', o território é a prisão que os homens constroem para si".

Com base nas colocações de Castro (2005) e de Raffestin (1993), finalmente podemos definir a geografia política da água como o estudo da relação política-território no que esta diz respeito especificamente aos conflitos, controle e gestão relativos aos recursos hídricos. Em outras palavras, a geografia política da água pode ser entendida como o estudo da distribuição das águas segundo os territórios mediante os quais ela é usada e gerida em diferentes escalas. Ela compreende, portanto, o estudo geográfico da gestão dos recursos hídricos.

Esse ponto de vista vai ao encontro das proposições de Ribeiro (2008). Segundo este autor, os processos naturais ocorrem dentro de uma organização territorial construída ao longo de séculos, sendo os rios resultados de processos naturais que se realizaram sobre territórios demarcados pela história. Assim, a geografia de um rio, sintetiza a história humana e a natureza. Desse caráter híbrido da espacialidade da água decorre que uma bacia hidrográfica pode englobar diversas unidades territoriais, como a própria bacia, e outras de caráter administrativo, como a municipal, a estadual e até a internacional. Para o autor,

A combinação de fatores naturais e sociais permite elaborar uma interpretação política dos recursos hídricos. O acesso a eles e sua manutenção com qualidade passa a ser uma opção ética para o devir. Essa é uma das grandes questões a serem debatidas, da qual surgem outras: como conciliar estilos de vida diferentes que levam a um acesso desigual à riqueza, a urbanização elevada e ao crescente consumo de bens e mercadorias com a disponibilidade hídrica que ocorre no território de cada país? (RIBEIRO, 2008).

Ribeiro destaca, dessa forma, a *crise da água* como uma problemática central da geografia política da água. De acordo com o autor, a principal razão da crise da água é política e dela decorrem o aumento dos conflitos por água a nível mundial. A crise da água é consequência direta da distribuição política da água, a qual é definida pela relação entre a ocorrência geográfica natural da água e a territorialidade de seus gestores e usuários (entendendo-se a termo "usuário" aqui em sentido lato). Ela resulta de um quadro de insegurança ambiental de proporções mundiais, em que tanto a distribuição natural da água,

quanto a amplitude/configuração dos territórios mediante os quais ela é gerida e usada enquanto recurso (países, bacias hidrográficas, etc.), são altamente desiguais.

Neste contexto, a atenção que rios de grande vazão e extensão (como o Rio Amazonas e o Rio do Congo) despertam ultrapassa os limites dos territórios em que ocorrem. Para Ribeiro, essa é outra possibilidade de interpretação da geografia política da água: a análise dos interesses gerados em torno dos recursos hídricos para além de sua ocorrência a nível local, pois "o volume de água disponível atrai outros olhares". O cenário de escassez atual torna a água um elemento estratégico para uma nova geografia política dos recursos naturais.

Como fenômeno resultante da desigual distribuição física e política da água pelo planeta, a crise da água "combina natureza e história, dando-lhe um caráter eminentemente geográfico" (RIBEIRO, 2008). A soberania dos países sobre seus territórios tem sido empregada para a solução da crise da distribuição da água. Porém, a principal dimensão da crise da água tem sua geografia também ao circunscrever os países que mais consomem água no mundo. Nas palavras de Ribeiro:

O consumo da água é desigual e, para piorar, a distribuição da água também é desigual e não obedece a critérios econômicos, culturais ou políticos, responsáveis pelo consumo desenfreado e pela falta de acesso à água e ao saneamento básico. Por isso vivemos a crise da água, resultado do consumismo exagerado do modo de produção capitalista e da distribuição natural da água, que, ao ser dividida entre os países, introduziu a soberania no uso de seus recursos hídricos. Consumo, cultura, território, política e natureza são elementos necessários para compreender a crise da água. É dessa combinação que podem sair alternativas para o abastecimento de toda população do planeta. (RIBEIRO, 2008).

A superação das ineficiências de infraestrutura no abastecimento hídrico das populações e dos conflitos de interesses sociais inerentes a este cenário de crise da água tem sido colocada como um dos propósitos fundamentais da gestão integrada e participativa dos recursos hídricos.

2.1 CONCEITOS BÁSICOS DA GESTÃO DA ÁGUA

A gestão da água consiste em uma atividade complexa, que inclui, segundo Campos e Francalanza (2011), cinco componentes básicas: a política de águas, o plano de uso, o controle e proteção das águas, e o gerenciamento e monitoramento dos usos da água. Nessa perspectiva, uma política de águas é de importância capital na gestão dos recursos hídricos e pré-requisito para a concretização das demais componentes. Ela contém um conjunto de "princípios doutrinários que conformam as aspirações sociais e/ou governamentais no que concerne à regulamentação ou modificação nos usos, controle e

proteção das águas" (LANNA, 1999 apud CAMPOS e FRANCALANZA, 2011), estabelecendo os fundamentos e diretrizes gerais para a governança dos recursos hídricos. As autoras destacam que as políticas públicas de recursos hídricos incluem, de modo geral, três fatores importantes:

- A *organização político-administrativa* de um determinado território, que poderá ser fundada em um poder centralizado ou descentralizado.
- O *papel definido para o Estado* nas diferentes etapas do processo, envolvendo a definição de prioridades, proposição, implantação, gestão, fiscalização, monitoramento e avaliação de políticas públicas. Este aspecto revela o nível de abertura do Estado ao processo democrático e a consequente possibilidade de negociação e elaboração de políticas que considerem e conciliem princípios de equidade, justiça social, sustentabilidade ecológica e eficiência econômica no interior dos espaços públicos.
- A *abordagem adotada para tratar da questão hídrica*, a qual liga-se intrinsecamente à organização político-administrativa. Este aspecto é responsável pela definição das prioridades de uma determinada política e dos instrumentos e mecanismos que deverão ser utilizados, bem como, da unidade territorial a ser objeto de ação da gestão e do planejamento.

Uma definição muito similar a respeito do conceito de gestão da água é apresentada por Setti et al (2001). Segundo estes autores, a gestão de recursos hídricos, em sentido lato, é a forma pela qual se pretende equacionar e resolver as questões de escassez relativa dos recursos hídricos, o que inclui a veiculação das formas mais adequadas para o seu uso, com vistas à otimização dos recursos em benefício da sociedade. Para eles, a gestão dos recursos hídricos é uma decisão política motivada pela escassez relativa dos recursos hídricos e pela necessidade de preservação dos mesmos para gerações futuras.

Sendo assim, uma política para a gestão dos recursos hídricos deve conter formas de estabelecimento do conjunto de princípios definidores de diretrizes, objetivos e metas a serem alcançados, consubstanciando-se em aspectos técnicos, normas jurídicas, planos e programas que revelem o conjunto de intenções, decisões, recomendações e determinações do governo e da sociedade quanto à gestão dos recursos hídricos. Uma gestão de águas eficiente deve ser constituída por uma *política* (que estabeleça as diretrizes gerais) um *modelo de gerenciamento* (que estabeleça a organização legal e institucional) e um *sistema de gerenciamento*, capaz de reunir os instrumentos necessários para o preparo e execução do planejamento do uso, controle e proteção das águas. A gestão de recursos

hídricos realiza-se, portanto, mediante procedimentos integrados de planejamento e de administração, dela fazendo parte os seguintes elementos:

- *Política de Águas*: conjunto consistente de princípios doutrinários que conformam as aspirações sociais e/ou governamentais no que concerne à regulamentação ou modificação nos usos, controle e proteção das águas.
- *Plano de Uso, Controle ou Proteção das Águas*: estudo prospectivo que busca, na sua essência, adequar o uso, o controle e o grau de proteção dos recursos hídricos às aspirações sociais e/ou governamentais expressas formal ou informalmente em uma Política das Águas, através da coordenação, compatibilização, articulação e/ou projetos de intervenções. Tais planos resultam do *Planejamento do Uso, Controle ou Proteção das Águas*.
- *Gerenciamento de Águas*: conjunto de ações governamentais destinadas a regular o uso, o controle e proteção dos recursos hídricos e a avaliar a conformidade da gestão com os princípios doutrinários estabelecidos pela Política de Água. Tais ações refletem-se através de leis, decretos, normas e regulamentos vigentes, tendo como resultado o modelo de gerenciamento de águas, isto é, a configuração administrativa na organização do Estado.

Neste ponto torna-se importante distinguir minimamente os significados de gestão e gerenciamento dos recursos hídricos, termos frequentemente usados como sinônimos. A esse respeito, estamos de acordo com SETTI et al (2001), que consideram a gestão de forma ampla, abrigando todas as atividades administrativas, incluindo o gerenciamento, também ele uma atividade governamental. A gestão das águas é aqui entendida como a própria administração pública dos recursos hídricos, enquanto um conjunto de ações institucionais necessárias para tornar efetivo o planejamento, com os devidos suportes técnicos, jurídicos e administrativos. O sistema de gerenciamento das águas, por sua vez, corresponde ao conjunto de organismos, agências e instalações governamentais e privadas, estabelecidos com o objetivo de executar a Política das Águas através do modelo de gerenciamento das águas adotado e que tem por instrumento o planejamento do uso, controle e proteção dos recursos hídricos.

Do mesmo grau de importância é a distinção entre governança e governabilidade. Campos e Francalanza (2011) destacam, com base em Diniz (1999), que, em realidade, governança e governabilidade não se confundem. A governabilidade é de concepção mais genérica, referindo-se às condições sistêmicas mais gerais sob as quais se dá o exercício do poder em uma dada sociedade, tais como as características do regime político (se democrático ou autoritário), a forma de governo (se parlamentarista ou presidencialista), as

relações entre os poderes (maior ou menor assimetria, por exemplo), os sistemas partidários (se pluripartidarismo ou bipartidarismo), o sistema de intermediação de interesses (se corporativista ou pluralista), entre outras. A governança, por seu lado, consiste em um processo em que novos caminhos, teóricos e práticos, são propostos e adotados visando-se estabelecer uma relação alternativa entre o nível governamental e as demandas sociais, bem como, gerir os diferentes interesses existentes.

Magalhães Junior (2004), também oferece importantes contribuições para a discussão do conceito de gestão da água. Citando Lanna (1997), este autor entende a gestão da água como:

A atividade analítica voltada à formulação de princípios e diretrizes, ao preparo de documentos orientadores e normativos, à estruturação de sistemas gerenciais e à tomada de decisões que têm por objetivo final promover o inventário, uso, controle e proteção da água.

Para Magalhães Junior (2004), a gestão de recursos hídricos, assim entendida, consiste em um processo institucional que permite o equacionamento e a resolução das questões de escassez relativa da água, bem como a busca do seu uso adequado, promovendo a viabilização e a harmonização das demandas e da ofertas de água em uma dada unidade territorial. A gestão da água envolve um processo de planejamento, o qual compreende uma sistemática de organização e compatibilização dos usos múltiplos da água visando à tomada de decisões em um contexto de trabalho permanente de acompanhamento e avaliação das ações realizadas (NETO, 1988 apud MAGALHÃES JUNIOR, 2004). Para ser operacionalizado, tal processo de gestão exige a formulação de políticas que, por sua vez, não podem ser viabilizadas sem a definição de quatro eixos fundamentais:

- O *gerenciamento administrativo*, que define as funções relativas a cada cargo político-administrativo;
- A *planificação das intervenções* efetivada com base em um diagnóstico da situação atual da bacia;
- O *financiamento das intervenções*; e
- A *definição de responsabilidades* de quem possui as instalações, quem é por elas responsável e quem as opera.

A materialização desses eixos condicionantes da gestão das águas depende, segundo o autor, da existência de duas entidades gerenciais:

- Um *modelo de gerenciamento*, que estabeleça a organização legal e institucional da gestão; e

- Um *sistema de gerenciamento*, que envolve um conjunto de organismos e instalações estabelecidas para executar a política de recursos hídricos. Ele deve ser capaz de reunir os instrumentos para o preparo e execução da política de águas.

No Brasil, a lei específica para a gestão e gerenciamento da águas é a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de gerenciamento de Recursos Hídricos, da qual trataremos em maior detalhe no capítulo 3.

Magalhães Junior (2004), bem como, Setti et al (2001) e Campos e Francalanza (2011), são unânimes em apontar que a história da gestão dos recursos hídricos (e da própria gestão ambiental como um todo) foi marcada pela sucessão de três fases, paradigmas ou modelos de gestão: o *modelo Jurídico-político ou burocrático*, o *modelo Econômico-financeiro* e o *modelo sistêmico de integração participativa*.

O modelo jurídico-político ou burocrático é o mais antigo e difundido, tendo início no final do século XIX e vigorado predominantemente até o início dos anos de 1970. Seu marco histórico no Brasil é representado pela aprovação do decreto nº 24.643, de 10 de junho de 1930, que instituiu o Código das Águas. Fundamenta-se no predomínio do controle legal e setorial para a expedição de outorgas e licenças (abordagem regulatória). Nele, o objetivo predominante do administrador público é cumprir e fazer cumprir os dispositivos legais.

O modelo Econômico-financeiro, por sua vez, foi predominante principalmente nos anos de 1970, baseando-se nas ideias da análise custo/benefício propostas na década de 1930 nos EUA, a partir do pensamento econômico de John Maynard Keynes, que enfatizava a importância econômica crucial do papel do Estado como empreendedor. No Brasil, tem como marco histórico de sua aplicação a criação, em 1948, da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco, a CODEVASF. É caracterizado pela utilização predominante de instrumentos econômicos e financeiros para induzir ou mesmo compelir a obediência às normas e disposições legais, muitas das quais já estabelecidas no modelo burocrático.

Finalmente, o modelo sistêmico de integração participativa surge a partir dos anos de 1990, buscando aproveitar os aspectos positivos dos modelos anteriores e, ao mesmo tempo, adotar alguns procedimentos e mecanismos inovadores. Dentre estes destacam-se a adoção da bacia hidrográfica como unidade de referência para a gestão e o planejamento; adoção de novos processos de tomada de decisão, mediante a discussão e deliberação multilateral e descentralizada, entre os diferentes participantes da sociedade e do Estado; e a descentralização do gerenciamento, que passa a ser realizado de forma compartilhada pelo Estado e pela sociedade em espaços criados para esta finalidade, como é o caso dos

conselhos, agencias e comitês de bacia hidrográfica. Conforme observa Magalhães Junior (2004) o modelo sistêmico de integração participativa é fundado, portanto, em duas modalidades de gestão básicas:

- A *Gestão descentralizada*, baseada no princípio da subsidiariedade, cujo processo decisório flui em diferentes escalas espaciais, desde o nível federal aos níveis mais locais, relativamente próximos do cidadão (municípios, bacias hidrográficas, etc.); e
- A *Gestão participativa*, que incorpora a participação de diferentes setores da sociedade, incluindo os usuários da água e representantes da sociedade civil organizada.

O Poder Público, os Usuários da Água (isto é, pessoas jurídicas que dispõem-se de outorga para o uso da água como insumo na produção de seus bens e serviços) e os representantes da Sociedade Civil Organizada são os três setores sociais fundamentais que integram a gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos.

2.1.1 Ciclo Hidrológico

As águas da Terra encontram-se em permanente movimento e mudança de estado físico na atmosfera, na superfície terrestre e no subsolo, constituindo o fenômeno do ciclo hidrológico. O ciclo hidrológico refere-se à troca contínua de água na hidrosfera entre a atmosfera e a litosfera, através dos processos de evaporação, transpiração, condensação, precipitação, interceptação, infiltração, escoamento superficial e escoamento subsuperficial (fig. 2.1). O conjunto desses processos interatuantes explica as variações em quantidade, de estado físico e a circulação geral da água em todo o planeta.

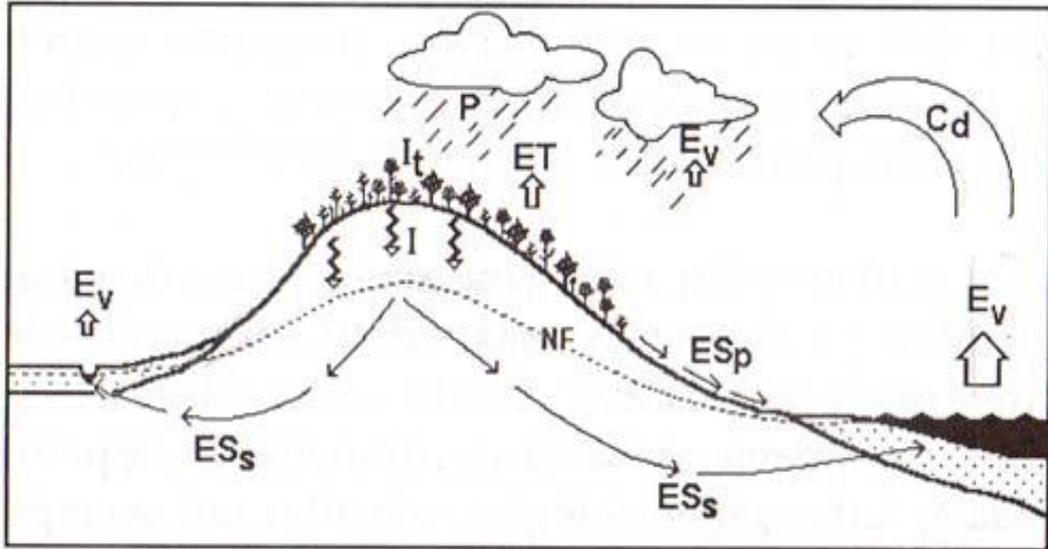


Figura 2.1 - Movimentos e mudanças de estado da água no ciclo hidrológico: Ev = evaporação (oceanos, rios, lagos e durante a precipitação); ET = evapotranspiração (solos e plantas); Cd = condensação do vapor e formação de nuvens; P = precipitação; It = interceptação pela vegetação; I = infiltração; ESp = escoamento superficial; ESs = escoamento subsuperficial ou subterrâneo; NF = nível freático. (Fonte: COELHO NETTO in GUERRA e CUNHA, 1994).

Parte da água estocada na superfície terrestre é transferida para a baixa atmosfera por *evaporação* ou *evapotranspiração* (evaporação proveniente de corpos hídricos superficiais somada à água perdida pela transpiração das plantas). O vapor d'água contido na atmosfera até uma dada altitude pode sofrer gradual *condensação* em função da diminuição da temperatura com a altitude somado à presença de núcleos higroscópicos ou núcleos de condensação na forma de micropartículas em suspensão na atmosfera (COELHO NETTO, 1994).

A partir do momento em que o nível de condensação atinge uma massa crítica e as micropartículas d'água se tornam incapazes de se manterem em suspensão no ar, ocorre a *precipitação*, que pode se dar na forma líquida (chuvas), ou sólida (granizo ou neve), em função das condições térmicas na zona onde foi gerada. Quando a precipitação ocorre diretamente sobre uma superfície sólida ocorrem os fenômenos do orvalho ou geada, conforme a condensação se dê sob temperaturas superiores ou inferiores a 0 °C (PINTO et al, 1976).

Parte da precipitação não atinge o solo, seja devido à evaporação, durante a própria queda, seja por ocasião de sua retenção pela vegetação, processo este denominado *interceptação*. Do volume total de precipitação que atinge o solo, parte nele se infiltra, parte se escoia sobre a superfície e parte retorna à atmosfera por evaporação.

A *infiltração* é o processo de penetração da água no solo. A água infiltrada movimenta-se através dos vazios existentes, por *percolação*, podendo atingir eventualmente

uma zona totalmente saturada e, contribuir, dessa forma, para a formação do *lençol freático* ou *lençol subterrâneo* (PINTO et al, 1976). Quando este se forma entre camadas impermeáveis é denominado *lençol artesianos*. Um lençol subterrâneo poderá interceptar uma vertente, através da qual a água poderá retornar à superfície, alimentando os rios ou os oceanos.

No entanto, quando a intensidade da precipitação excede a capacidade de infiltração do solo a água passa a escoar sobre a superfície do solo. Trata-se do *escoamento superficial*, que se orienta de acordo com as maiores facilitações de movimentação da água oferecidas pela topografia: inicialmente são preenchidas as depressões do terreno e, em seguida, começa o escoamento propriamente dito. A água é escoada preferencialmente para os canais naturais, que vão se concentrando nos fundo de vales principais, formando os canais fluviais, para finalmente chegarem às grandes repartições hídricas constituídas pelos lagos, mares e oceanos. No decorrer de todo esse processo poderão ocorrer infiltração ou evaporação, em função das variações topográficas e de umidade do ambiente atravessado.

Segundo Rebouças (2004), o ciclo hidrológico numa bacia hidrográfica qualquer pode ser expresso de forma simples, pela equação:

$$P = E_{tp} + R + I \quad (\text{Eq. 2.1})$$

Onde:

- **P:** é o total de precipitação que cai sobre uma bacia hidrográfica sob a forma de chuva, neblina ou neve, expressa em mm/ano;
- **E_{tp}:** representa a quantidade de água que retorna à atmosfera na forma de vapor, mediante processos de evaporação e transpiração, expressa em mm/ano;
- **R:** é a quantidade de água, em mm/ano, que escoar pela superfície dos terrenos, podendo desaguar e fluir nos rios que formam a bacia hidrográfica (escoamento superficial); e
- **I:** é a quantidade total de água que infiltra no solo, fluindo invisível no meio subterrâneo e alimentando os rios que formam o sistema hidrológico durante períodos de estiagem ou constituindo sua descarga de base (infiltração), também expressa em mm/ano.

Outra noção importante quando se trata do ciclo hidrológico é a de *água renovável*, isto é, a diferença entre a precipitação e a evaporação na parte continental da Terra. A água renovável é a água que retorna aos corpos d'água e/ou penetra na superfície, abastecendo aquíferos e lençóis freáticos (RIBEIRO, 2008).

Alguns dados gerais revelam que o ciclo hidrológico é realmente um ciclo fechado em escala global. Cerca de 505.000 km³ de água evaporam-se dos oceanos anualmente. Do total de chuvas da Terra, 80% ocorre nos oceanos (cerca de 458.000 km³ por ano) (RIBEIRO, 2008). Segundo Shiklomanov (1998 apud SETTI et al, 2001) dos 119.000 km³/ano precipitados sobre os continentes, 74.200 km³/ano (62%) retornam à atmosfera e 44.800 km³/ano (38%) escoam até os oceanos. Por sua vez, nos oceanos, o volume precipitado é de 458.000 km³/ano, enquanto a evaporação é de 502.800 km³/ano, gerando um excedente de vapor d'água na atmosfera de 44.800 km³/ano. Logo, o volume de água que escoam dos continentes para os oceanos é igual ao valor que retorna dos oceanos para os continentes em forma de vapor d'água, fechando o ciclo. Além disso, o total de evaporação da Terra e o total de precipitação que retorna se equivalem revelando que não há perdas no balanço global (COELHO NETTO, 1994).

Para satisfazer à demanda de água, a humanidade tem modificado o ciclo hidrológico desde o início de sua história, mediante a construção de poços, barragens, açudes, aquedutos, sistemas de abastecimento, sistemas de drenagem projetos de irrigação e diversas outras estruturas de construção civil voltadas para o manejo dos recursos hídricos. Há também outras ações humanas que geram impactos no ciclo hidrológico natural, como o desmatamento, a urbanização, a crescente impermeabilização de superfícies, entre outras. O acompanhamento, análise e gerenciamento das águas é fundamental para a gestão adequada desses recursos, exigindo a medição regular dos principais elementos que controlam o ciclo hidrológico para a determinação da quantidade de água disponível, procedimento indispensável à otimização de seu uso.

2.1.2 Bacia hidrográfica: unidade físico-territorial da gestão da água

A bacia hidrográfica tem sido adotada em muitos países como a unidade físico-territorial básica para uma série de intervenções envolvendo a gestão dos recursos hídricos (entre os quais, a França, a Espanha, os Países Baixos, o Reino Unido e o Brasil). Além disso, é inegável a grande convergência de inúmeras áreas de pesquisa (ecologia, geografia, engenharia sanitária e ambiental, entre outras) na definição da bacia hidrográfica como unidade de estudo, gerenciamento, pesquisa, análise, planejamento, intervenção, gestão, desenvolvimento, manejo e/ou banco de dados (MACHADO e TORRES, 2012). Trata-se, de fato, de uma das unidades territoriais mais adotadas nos estudos ambientais, constituindo-se em unidade legalmente instituída e sendo, portanto, de suma importância para gestores e pesquisadores.

A bacia hidrográfica ou bacia de drenagem é uma região hidrológica que pode ser definida por uma ampla gama de conceituações. Segundo Coelho Netto (1994),

A bacia de drenagem pode ser definida como uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos *para uma saída comum*, num determinado ponto de um canal fluvial. O limite de uma bacia de drenagem é conhecido como divisor de drenagem ou divisor de águas. Uma determinada paisagem pode conter um certo número de bacias drenando para um reservatório terminal comum, como os oceanos ou mesmo um lago (COELHO NETTO, 1994 - sem grifo no original).

Nessa perspectiva, a bacia de drenagem pode se desenvolver em diferentes tamanhos, podendo variar desde a bacia do Amazonas, com seus milhões de quilômetros quadrados, até bacias com poucos metros quadrados que drenam para a cabeça de um pequeno canal erosivo ou, simplesmente para o eixo de um fundo de vale não-canalizado. Por esta razão, os estudos e investigações visando ao planejamento e à gestão adotam diferentes áreas de abrangência, resultantes de subdivisões da unidade principal. Neste aspecto, uma noção largamente referida na literatura é a de sub-bacia.

O termo *sub-bacia* transmite uma ideia de hierarquia das bacias em função de sua escala geográfica. Essa ideia de subordinação, dentro de uma determinada área hídrica, independentemente de seu tamanho, torna o termo sub-bacia mais apropriado para se estabelecer uma diferenciação das bacias por áreas de abrangência, quando comparado a outros termos, também muito usados, porém, conceitualmente mais vagos e pouco criteriosos, como os de "macro" e "micro-bacia". Bacias hidrográficas de diferentes tamanhos articulam-se a partir dos divisores de drenagem principais, drenando água e sedimentos em direção a um canal, tronco ou coletor principal em um sistema de drenagem hierarquicamente organizado.

Coelho Netto (1994) afirma que alterações significativas na composição ambiental de uma certa porção da bacia de drenagem poderão afetar outras áreas situadas a jusante e/ou a montante, como decorrência do princípio de auto-ajuste das formas do relevo em resposta a eventuais mudanças externas no suprimento de matéria e energia. Isso significa que os efeitos hidrológicos e geomorfológicos de processos naturais ou provenientes da ação humana cedo ou tarde acabam por se refletir num determinado ponto de saída de uma bacia de drenagem, podendo, ainda, propagar-se para jusante através de bacias de drenagem próximas. A autora enfatiza o fato de estes aspectos deverem ser necessariamente considerados no planejamento do uso e ocupação do solo, ainda que o interesse do planejador refira-se a uma área restrita na bacia de drenagem, sob pena de ineficiência e até mesmo fracasso das próprias medidas a serem implantadas. Vê-se, portanto, que o correto entendimento da bacia de drenagem como um sistema hidrogeomorfológico com

capacidade de auto-ajuste de suas formas e processos possui implicações no planejamento territorial-ambiental tanto a nível local, como a nível regional.

As proposições de Coelho Neto (1994) a respeito do conceito de bacia de drenagem possuem a vantagem de deixar mais claro o aspecto da convergência de uma rede de drenagem para uma saída comum (exutório) como critério indispensável à delimitação e compreensão do que seja uma bacia hidrográfica. Além disso, sua definição acentua a tônica da realidade sistêmica que constitui essas bacias, entendidas como um sistema hidrogeomorfológico. Por essas razões, será esta a definição adotada ao tratarmos sobre bacias hidrográficas no decorrer da abordagem.

2.2 ANÁLISE ESPACIAL DE DADOS GEOGRÁFICOS APLICADA À AVALIAÇÃO DA GESTÃO DAS ÁGUAS

Uma alternativa para o estudo geográfico da gestão dos recursos hídricos, adotada neste estudo, refere-se à análise espacial de indicadores relativos ao uso e governança da água. A análise espacial pode ser definida de várias formas, mas todas as definições, de um modo ou de outro, expressam a ideia básica de que a informação sobre a localização é essencial, ou seja, de que uma análise feita sem o conhecimento da localização não é análise espacial. Ela é aplicável a situações típicas onde a relação espacial entre os dados contribui significativamente para o avanço na compreensão do fenômeno. Por isso, conceitos espaciais como localização, distância e área oferecem uma estrutura organizada de uma vasta gama de métodos de análise espacial. A análise espacial pode ser usada para avançar nos objetivos da ciência, revelando padrões que não haviam sido previamente reconhecidos e que fornecem pistas sobre generalidades e leis ainda desconhecidas. Ela reúne uma variedade de métodos cujos resultados mudam quando muda a localização dos objetos em análise (LONGLEY et al., 2013).

Câmara et al. (2002) ressaltam que a análise espacial é composta por um conjunto de procedimentos encadeados cuja a finalidade é a escolha de um modelo inferencial que considere explicitamente o relacionamento espacial presente no fenômeno. Segundo estes autores, a ênfase da Análise Espacial é mensurar propriedades e relacionamentos, levando explicitamente em conta a localização espacial do fenômeno em estudo. A ideia central é incorporar o espaço à análise que se deseja fazer. Para isso, a análise espacial vale-se de ferramentas cartográficas, estatísticas e de geoprocessamento para tentar responder questões relativas à localização e distribuição geográficas de fenômenos dos mais diversos tipos. Seu objetivo é modelar processos que se expressam através de uma distribuição no

espaço, os quais são chamados de fenômenos geográficos. Nas palavras de Longley et al. (2013):

A análise espacial é, em muitos sentidos, o ponto crucial dos SIG, pois ela inclui todas as transformações, manipulações e métodos que podem ser aplicados aos dados geográficos para adicionar valor a eles, para apoiar decisões e para revelar padrões e anomalias que não são óbvios à primeira vista. Em outras palavras, análise espacial é o processo pelo qual transformamos dados brutos em informação útil na busca pela descoberta científica ou por uma tomada de decisão mais eficiente (LONGLEY, et al., 2013 - sem grifo no original).

Longley et al. (2013) consideram a abordagem da análise espacial como distribuída ao longo de um contínuo de sofisticação, variando desde os tipos mais simples, que ocorrem muito rápida e intuitivamente quando o olho e o cérebro humanos veem um mapa, até os tipos que requerem um software complexo e compreensão matemática sofisticada. A análise espacial pode ser vista como uma colaboração entre o computador e o homem, na qual ambos desempenham papel vital.

Longley et al. (2013) e Câmara et al. (2002), destacam que os problemas de análise espacial consideram essencialmente três tipos de dados: *Eventos ou Padrões Pontuais* (fenômenos expressos através de ocorrências identificadas como pontos localizados no espaço, denominados processos pontuais), *Superfícies Contínuas* (estimadas a partir de um conjunto de amostras de campo) e *Áreas com Contagens e Taxas Agregadas* (dados associados a levantamentos populacionais, como censos, que, por razões de confidencialidade, são agregados em unidades de análise delimitadas por polígonos fechados, usualmente limites de bairros, setores censitários, etc.).

No caso de padrões de pontos, tipo de dados espaciais considerados no presente estudo, o objeto de interesse é a própria localização espacial dos eventos investigados. O objetivo é estudar a distribuição espacial desses pontos, testando hipóteses sobre o padrão observado: se é aleatório, ou ao contrário se dispõe-se em aglomerados ou regularmente distribuído.

Verifica-se, portanto, que os problemas de análise espacial lidam com dados ambientais e com dados socioeconômicos. Em ambos os casos, a análise espacial é composta por um conjunto de procedimentos encadeados cuja finalidade é a escolha de um modelo inferencial que considere explicitamente os relacionamentos espaciais presentes no fenômeno. Conforme explicam Câmara et al. (2002), o processo de modelagem geralmente é precedido de uma fase de análise exploratória, associada à apresentação visual dos dados sob forma de gráficos e mapas e a identificação de padrões de dependência espacial no fenômeno estudado.

Nesse sentido, os autores destacam que os procedimentos iniciais da análise incluem um conjunto de métodos genéricos de análise exploratória e a visualização dos dados, em geral através de mapas. Essas técnicas permitem descrever a distribuição das variáveis de estudo, identificar observações atípicas (*outliers*) e concentrações (*clusters*) em relação ao tipo de distribuição e também em relação aos seus vizinhos, buscando sempre a existência de padrões na distribuição espacial. Através desses procedimentos é possível estabelecer hipóteses sobre as observações, de forma a selecionar o modelo inferencial melhor suportado pelos dados. Estes, por sua vez, são usualmente apresentados, segundo os autores, em três grandes grupos: *variação contínua*, *variação discreta* e *processos pontuais* (os dois últimos, casos do nosso estudo). A resolução de um problema de natureza espacial pode envolver a utilização de uma ou mais dessas classes de modelo inferencial de dados geográficos.

Longley et al. (2013) e Câmara et al. (2002) também destacam que a análise espacial se fundamenta em dois conceitos básicos: dependência espacial e autocorrelação espacial. A *dependência espacial* é um conceito-chave na compreensão e análise dos fenômenos espaciais. Essa noção parte do pressuposto estabelecido pela chamada *Primeira Lei da Geografia* proposta por Waldo Tobler, segundo a qual todas as coisas estão relacionadas entre si, mas as mais próximas tendem a estar mais relacionadas que as mais distantes. Generalizando este princípio, pode-se afirmar que a maior parte das ocorrências, sejam estas naturais ou sociais, apresentam entre si uma relação que depende da distância. Logo, da Primeira Lei da Geografia depreende-se que a dependência espacial está presente em todas as direções e fica mais fraca à medida em que aumenta a dispersão na localização dos dados.

A *autocorrelação espacial*, por sua vez, corresponde à expressão computacional do conceito de dependência espacial. Este termo deriva do conceito estatístico de correlação, utilizado para mensurar o relacionamento entre duas variáveis aleatórias. A preposição "auto" indica que a medida de correlação é realizada com a mesma variável aleatória, medida em locais distintos do espaço (CÂMARA et al., 2002). Para medir a autocorrelação espacial, podem-se utilizar diferentes índices, todos baseados na mesma ideia: verificar como varia a dependência espacial, a partir da comparação entre os valores de uma amostra de seus vizinhos.

As medidas de autocorrelação espacial procuram lidar simultaneamente com similaridades de localização dos objetos espaciais e de seus atributos. A autocorrelação espacial é determinada por similaridades tanto na posição quanto nos atributos do fenômeno espacial considerado (LONGLEY et al., 2013). Se feições similares em localização também são similares em atributos, então o padrão como um todo é considerado como tendo autocorrelação espacial positiva. Ao contrário diz-se existir uma

autocorrelação espacial negativa, quando feições próximas tendem a ter atributos menos similares do que feições mais distantes (contrariando, assim, a Lei de Tobler). A ausência de autocorrelação ocorre quando os atributos são independentes de localização.

Aplicando-se as noções de análise espacial que acabam de ser discutidas aos propósitos e temática do presente estudo, é preciso destacar que a identificação de padrões espaciais apresentados pelos dados relativos aos indicadores considerados (indicadores de uso múltiplo da água, de saneamento básico e de conflitos pelo uso da água), a caracterização desses padrões em termos de dependência e autocorrelação espacial, bem como, a inferência dos fatores mais relevantes que explicam a sua ocorrência, são preocupações constantes em nossa análise espacial da gestão das águas na Bacia do Rio Cachoeira.

3 POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS E GESTÃO DAS ÁGUAS NO BRASIL

Inspirada principalmente no modelo francês de gestão dos recursos hídricos, a Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, institui a Política Nacional de Recursos hídricos, definindo seus fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos, além de criar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, de maneira a regulamentar o disposto no inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal.

O título I da lei embasa-se em seis fundamentos (art. 1º). O primeiro deles é a concepção da *água como um bem de domínio público*. A seu respeito vale destacar que a característica relevante do conceito de “bem de domínio público” não é o fato de este pertencer à União ou aos Estados, mas o dever do Estado de prestar informações ao público de forma motivada, contínua e transparente, que a lei pretende assegurar com a criação de um Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

O segundo fundamento da lei é o reconhecimento da *água como um recurso natural limitado, dotado de valor econômico*. Trata-se da consagração do entendimento de que os recursos hídricos são esgotáveis e vulneráveis, o que autorizaria a instrumentalização do seu valor econômico com fins de captação de divisas a serem investidas no controle do uso e proteção desses recursos (cobrança pelo uso da água).

O terceiro fundamento determina que, em situações de escassez, *os usos prioritários dos recursos hídricos são o consumo humano e a dessedentação de animais*. Estabelece a utilização preferencial para consumo humano e dessedentação animal, embora não deixe de reconhecer outros usos necessários, dependentes de outorga pelo Poder Público.

O quarto consiste no princípio de que *a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas*. Intimamente ligado ao anterior este fundamento diz respeito, basicamente, à tendência moderna de legislações nacionais e tratados internacionais de buscar um equilíbrio entre os diversos usos da água, estabelecendo-se as prioridades a partir de diversificadas necessidades sociais vigentes (SANTILLI, 2003).

O quinto institui a *bacia hidrográfica como unidade territorial para a implementação da Política Nacional dos Recursos Hídricos*. Trata-se da adoção do princípio de que a bacia hidrográfica é a unidade físico-territorial básica para o planejamento, gestão e gerenciamento das águas. Nesta ótica, as bacias hidrográficas devem ser consideradas como um “todo indivisível” e a gestão dos recursos hídricos deve inserir-se no âmbito dos limites “naturais” da bacia hidrográfica e não no das fronteiras político-administrativas.

E o sexto fundamento, por fim, estabelece que *a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada*, articulando Poder público, usuários e comunidades civis organizadas. Com base nesse fundamento, a Lei n. 9.433/97 procura criar alguns mecanismos

institucionais de participação dos cidadãos e comunidades usuárias de recursos hídricos, incluindo seus representantes no Conselho Nacional de Recursos Hídricos e nos Comitês de Bacia Hidrográfica, que integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, do qual trataremos mais adiante. Este fundamento e o anterior são dois dos aspectos mais característicos do modelo francês de gestão de recursos hídricos, sendo os que acarretaram maiores repercussões na história recente da gestão das águas no Brasil.

A Política Nacional dos Recursos hídricos determina, portanto, que a gestão da água no Brasil deve se fundamentar na tríade descentralização-participação-integração e na bacia hidrográfica como unidade territorial básica de planejamento e intervenção política.

Os objetivos da Política Nacional dos Recursos Hídricos, fortemente influenciados pelos princípios do Desenvolvimento Sustentável, são fundamentalmente três, de acordo com a lei: assegurar às gerações atuais e às futuras a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados conforme os usos; promover a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, além da prevenção e defesa da nação contra eventos hidrológicos críticos, sejam de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais (art. 2º).

Para Santilli (2003), os objetivos da Lei Nº 3.433/97 a colocam em sintonia com outros instrumentos legais nacionais e internacionais que pretendem assegurar a integridade e a sustentabilidade a longo prazo dos recursos naturais, estabelecendo limitações e restrições ao seu uso e exploração. Dessa forma, ela se afasta, portanto, da concepção legal anterior de viabilizar apenas o seu aproveitamento com fins econômicos e de priorizar as demandas do setor elétrico em detrimento dos demais usos da água (Código das Águas). Merece ser salientada também a abertura de maior espaço de atuação institucional para a sociedade civil, associada à tentativa de superar uma visão compartimentalizada do meio ambiente, com a adoção de uma perspectiva de gestão integrada, por meio da articulação de ações dos agentes sociais envolvidos (Poder Público, Usuários e Sociedade Civil).

Os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, por sua vez, são cinco – os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso da água e o Sistema de informações sobre Recursos hídricos (art. 5º) – e merecem aqui maiores detalhes.

Os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores que visam fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o modelo de gerenciamento por ela previsto. São planos de longo prazo que contemplam em seu conteúdo mínimo o diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos, a análise das alternativas de crescimento demográfico-econômico e de modificações dos padrões de

ocupação do solo, o balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos; a definição de metas de racionalização do uso da água, dentre outros aspectos (arts. 6 e 7).

O enquadramento dos corpos d'água, segundo os usos preponderantes visa a dois objetivos básicos (art. 9). O primeiro é o de assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas. O segundo é o de diminuir os custos de combate à poluição das águas, através de ações preventivas permanentes.

A outorga de direitos de uso de recursos hídricos possui como objetivos assegurar o controle qualitativo e quantitativo dos usos dos recursos hídricos, bem como, o efetivo exercício dos direitos de acesso à água (art. 11), estando sujeitos a este instrumento os seguintes usos: a derivação e captação de parcela da água existente em um corpo d'água para consumo final; a extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo; lançamentos de esgotos e outros efluentes líquidos ou gasosos em corpos d'água, para fins de diluição, transporte ou disposição final; aproveitamento hidrelétrico, além de outros usos que possam alterar o regime, a quantidade e a qualidade da água existente em um corpo hídrico (art. 12). É importante destacar que, conforme explicita o art. 18 da lei nº 9.433/97, a outorga não implica a alienação parcial das águas - pois estas são inalienáveis em qualquer hipótese - mais o seu simples direito de uso. A Lei nº 9433/97 prevê, inclusive, a suspensão parcial ou total em casos de não cumprimento dos termos de outorga pelo outorgado, ausência de uso por mais de três anos consecutivos, urgente necessidade de água para atender situações de calamidade ou de reversão de grave degradação ambiental, além da necessidade de se atender a usos prioritários, de interesse coletivo, quando não houverem fontes alternativas (art. 15).

Um dos instrumentos que tem suscitado maiores debates a respeito de sua finalidade e eficácia é a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. De acordo com o art. 20, incluem-se entre os usos cobrados todos os usos sujeitos à outorga citados. A cobrança pelo uso da água busca, portanto, a racionalização do uso da água, a partir da aplicação, pela legislação ambiental brasileira, do princípio do "usuário-pagador" ou "poluidor-pagador", já consagrado na lei nº 6.938/81 (Política Nacional de Meio Ambiente) e em legislações de diversos países, nas formas mais diversas.

O Sistema de informações sobre os recursos hídricos constitui um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores que intervenham na gestão dos mesmos (art. 25). A descentralização da obtenção e produção de informações, a coordenação sistemicamente organizada e a garantia de acesso aos dados e informações à toda a sociedade, são os três princípios basilares deste instrumento (art. 26). Seus objetivos visam à reunião, divulgação e permanente atualização das informações acerca da situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no

território nacional, bem como, o fornecimento de subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos (art. 27).

O título II da Lei 9.433/97 versa sobre a composição e função do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, que possui como objetivos: I - coordenar a gestão integrada das águas; II - arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos; III - implementar a política nacional de recursos hídricos; IV - planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos; e V- promover a cobrança pelo uso desses recursos (art. 32).

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos é composto por cinco entidades, a saber, a Agência Nacional de Águas (ANA), os conselhos de recursos hídricos dos estados e do Distrito Federal, os comitês de bacia hidrográfica, as agências de água, além dos órgãos dos poderes públicos federal, estadual, distrital e municipal de competências relativas à gestão dos recursos hídricos (art. 33).

No âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos hídricos, passaram a cumprir papel cada vez mais relevante desde a promulgação da Lei nº 9.433/97 os comitês de bacia hidrográfica, instância político-administrativa inédita na gestão brasileira de recursos hídricos até então. Tendo a totalidade de uma bacia de drenagem como campo de ação (art. 37), os comitês de bacia hidrográfica são compostos por representantes da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios total ou parcialmente situados no interior bacia hidrográfica sob gestão; por usuários de água de sua área de atuação e pelas entidades civis de recursos hídricos que comprovadamente também atuem na bacia (art. 39). É da competência desses comitês, de acordo com o art. 38, a promoção do debate das questões relativas aos recursos hídricos mediante à articulação das entidades intervenientes; a arbitragem, em primeira instância administrativa, dos conflitos relacionados ao uso da água; a aprovação, execução e acompanhamento dos Plano de Recursos Hídricos de suas respectivas bacias; além do estabelecimento dos mecanismos de cobrança pelo uso dos recursos hídricos e sugestão dos valores a serem cobrados.

Talvez um dos maiores méritos da Política Nacional de Recursos Hídricos em seus dezessete anos de existência, seja a da abertura de um processo de distribuição da participação na gestão, descentralizada, entre poder público e a sociedade (entendida como uma composição de usuários e entidades representativas da sociedade civil) derivada da opção pelo modelo francês de gestão de recursos hídricos. Uma participação mais direta da sociedade civil na gestão revela, em princípio, uma atuação do poder público em harmonia cooperativa com os anseios sociais. Nesse processo, ainda incipiente, a participação social, expressa na gradual expansão da influência da sociedade nos fóruns específicos e com participação ponderada pela representatividade de suas entidades, "é o condicionante mais importante na gestão de recursos hídricos, dentro do modelo adotado pelo país e fará

avançar positivamente o sistema de gestão" (SOUZA JÚNIOR, 2008). De fato, o avanço dos trabalhos da sociedade civil nos comitês de bacia revela sua emancipação da tutela governamental, devendo determinar a consolidação do sistema de gestão dos recursos hídricos no Brasil futuramente.

Conforme apontam Campos e Francalanza (2011), a análise do caso brasileiro mostra, porém, que embora vigore uma política pública de gestão das águas descentralizada e participativa, é difícil superar a herança de um estado interventor e paternalista, tal como a das relações que este estabeleceu com os grupos dominantes em séculos de história, não só no campo da gestão dos recursos hídricos e ambientais de modo geral, mas em diversos outros setores governamentais.

3.1 INDICADORES DE USO DA ÁGUA

A avaliação da gestão de bacias com base na análise espacial de indicadores de uso da água exige maiores esclarecimentos sobre o significado dessas importantes fontes de informações e seu papel nas políticas e governança dos recursos hídricos. Os indicadores são importantes instrumentos de auxílio ao poder decisório, facilitando a comunicação e a compreensão da realidade em que se encontram a gestão e o uso da água em uma bacia hidrográfica. A abordagem desta pesquisa baseia-se nas proposições de Magalhães Junior (2004) acerca dos indicadores ambientais como instrumentos de gestão dos recursos hídricos. A discussão que Magalhães introduz a respeito do papel estratégico e potencial de utilização dos indicadores ambientais na gestão dos recursos hídricos está diretamente atrelada à problemática da informação enquanto instrumento e fonte de poder no âmbito das instituições atuantes na governança da água.

O autor destaca que a informação é um dos elos estratégicos da gestão participativa - cuja posse está associada a poder de conhecimento - e, no caso de Comitês de Bacia Hidrográfica, as informações necessárias ao sucesso do processo decisório envolvem a democratização do conhecimento sobre a realidade ambiental local (respectiva bacia sob gestão). A gestão participativa da água é particularmente complexa e vulnerável a interesses localizados, sendo a carência de dados em quantidade e qualidade adequadas (caso frequente no Brasil) um importante fator que contribui para a ocorrência e permanência de desequilíbrios de conhecimento (e, logo, assimetrias de poder) entre os membros de um comitê de bacia hidrográfica.

Nessa perspectiva, os indicadores devem ser entendidos como informações quantitativas que permitem que um componente ou ação de um sistema de gestão hídrica seja descrito nos limites do conhecimento atual, podendo possuir valores de referência

normativos (regulamentares) ou científicos (como no casos dos indicadores considerados neste estudo). Um indicador exige a adoção de uma ou mais unidades de medida (tempo, área, etc.) e muitas vezes, padrões (inclusive espaciais) para referenciar sua interpretação, os quais corresponderiam à valores que expressam os limites em que a ocorrência de um indicador deve ser ou não nociva ao homem e ao meio ambiente. Enquanto instrumentos de gestão ambiental, os indicadores auxiliam a democratização do conhecimento e a avaliação das intenções e ações da gestão, permitindo, assim, a efetivação de diagnósticos e avaliações da gestão de uma dada bacia, bem como, a instauração de um sistema de governança.

Uma maneira didática de se conceber os indicadores é situá-los em uma pirâmide de informações cuja base é formada por dados primários e o topo compreende os chamados índices integrados. Relacionando um valor observado a um padrão estabelecido por aquele componente, o índice é um instrumento capaz de reduzir uma grande quantidade de dados a uma forma mais simplificada, retendo, porém, o seu significado essencial. Um bom exemplo de índice bastante usando em análise espacial para detectar padrões e estruturas de dados geográficos é o estimador Kernel, adotado em nossa avaliação e diagnóstico da gestão da Bacia do Cachoeira e do qual trataremos em maior detalhe no capítulo sobre a metodologia de pesquisa (capítulo 5).

De modo geral, os indicadores devem possuir certas qualidades que justificam sua escolha: simplicidade, objetividade, flexibilidade, relevância, condições analíticas (base técnico-científica¹), mensurabilidade (dados facilmente disponíveis, em escalas espaciais, durações temporais e custos aceitáveis), nível de acessibilidade social (fácil compreensão por diferentes setores da sociedade), qualidade dos dados e comparabilidade com outros indicadores.

Muitas classes de indicadores ambientais têm sido propostas mundialmente, dentre as quais podemos citar: indicadores ecológicos, de estrutura política/legal/institucional, indicadores demográficos, indicadores de desenvolvimento sustentável, além de outras três mais diretamente ligadas aos indicadores adotados neste estudo - indicadores socioeconômicos e de qualidade de vida (saúde, emprego, renda, educação, habitação, transportes, demandas *versus* recursos, satisfação e bem-estar, etc.), indicadores ambientais (envolvendo diferentes dimensões ambientais, simultaneamente) e indicadores hidrológicos (fluxos e estoque, disponibilidade e qualidade da água).

¹ As bases técnico-científicas dos indicadores selecionados para a avaliação da gestão das águas em nossa área de estudo contemplam três tópicos em especial. Trata-se dos conceitos de uso múltiplo da água, saneamento básico e conflitos pelo uso da água.

Compreende-se, portanto, o papel dos indicadores enquanto instrumentos de gestão e pesquisa que simplificam e sintetizam dados e informações, facilitando a compreensão, a interpretação e a análise crítica de diferentes processos (socioeconômicos, demográficos, políticos, ambientais, etc.) e devendo sempre refletir algo cujo monitoramento seja relevante para a sociedade.

3.1.1 Usos múltiplos da água

O uso da água é bastante diverso. A água é um recurso que atende a diversas utilizações, sendo o seu uso, portanto, múltiplo. Por isso, as políticas de água, gestores e técnicos procuram aproveitar ao máximo este recurso, combinando, sempre que possível, mais de uma aplicação para os estoques hídricos. O princípio do uso múltiplo da água está entre as boas práticas da gestão dos recursos hídricos. Embora o consumo da água seja maior na produção agrícola e industrial, ela é empregada em diversas outras atividades humanas. No uso doméstico ela é vital para a dessedentação humana, higiene pessoal, mas também para o preparo do alimento e para a limpeza da moradia. Quase 80% da água consumida em uma residência é gasta no banheiro, em especial pelo uso da água limpa para transportar esgoto (RIBEIRO, 2008).

Os setores usuários das águas são, por conseguinte, os mais diversos, com aplicação para inúmeros fins. Cada uso da água deve ter normas próprias, mas são necessárias normas gerais que regulamentem as suas inter-relações e estabeleçam prioridades e regras para a solução dos conflitos entre os usuários (SETTI et al, 2001). Do ponto de vista de sua multiplicidade, os especialistas costumam classificar os usos da água em dois tipos: consuntivos e não-consuntivos.

Os *Usos consuntivos* são aqueles em que há o consumo efetivo da água, tornando o seu retorno ao manancial muito pequeno, inexistente, ocorrente após muitos meses ou em condições de alteração de qualidade. Estes usos tiram a água de sua fonte natural diminuindo suas disponibilidades quantitativas, espacial e temporalmente. A água é captada do seu curso natural e somente parte dela retorna ao curso normal do rio. São também chamados de usos com derivação de águas. Usos domésticos, dessedentação de animais, agricultura, irrigação, pecuária, empreendimentos industriais que usam água no processamento, dentre outros, são exemplos desse tipo de uso.

Os *Usos não-consuntivos* são aqueles em que o consumo de água não ocorre ou é muito pequeno e a água permanece ou retorna ao manancial. Estes usos permitem o retorno à fonte de suprimento de praticamente a totalidade da água utilizada, podendo haver alguma modificação no seu padrão temporal de disponibilidade quantitativa. Toda a água

captada retorna ao curso d'água de origem. São também chamados de usos sem derivação de águas. É o caso de usos como navegação, recreação, piscicultura, entre outros.

Alguns autores, como Setti et al. (2001), consideram ainda um terceiro tipo, o *uso local*, que se refere aos usos que aproveitam a disponibilidade de água em sua fonte sem qualquer modificação relevante, temporal ou espacial, de disponibilidade quantitativa. A tabela 3.1 resume alguns dos principais usos consuntivos e não-consuntivos da água em termos de finalidade, tipo de uso, requisitos de qualidade exigidos e possíveis efeitos nocivos ao meio ambiente aquático.

Forma	Finalidade	Tipo de Uso	Uso Consuntivo	Requisitos de qualidade	Efeitos nas águas
Com derivação de águas	Abastecimento urbano	Abastecimento doméstico industrial comercial e público	Baixo, de 10%, sem contar as perdas nas redes	Altos ou médios, influenciando no custo do tratamento	Poliuição orgânica e bacteriológica
	Abastecimento industrial	Sanitário, de processo, incorporação ao produto, refrigeração e geração de vapor	Médio, de 20%, variando com o tipo de uso e de indústria	Médios, variando com o tipo de uso	Poliuição orgânica, substâncias tóxicas, elevação de temperatura
	Irrigação	Irrigação artificial de culturas agrícolas segundo diversos métodos	Alto, de 90%	Médios, dependendo do tipo de cultura	Carreamento de agrotóxicos e fertilizantes
	Abastecimento	Doméstico ou para dessedentação de animais ¹⁰	Baixo, de 10%	Médios	Alterações na qualidade com efeitos difusos
	Aquicultura	Estações de piscicultura e outras	Baixo, de 10%	Altos	Carreamento de matéria orgânica
Sem derivação de águas	Geração Hidrelétrica	Acionamento de turbinas hidráulicas	Perdas por evaporação do reservatório	Baixos	Alterações no regime e na qualidade das águas
	Navegação fluvial	Manutenção de calados mínimos e eclusas	Não há	Baixos	Lançamento de óleo e combustíveis
	Recreação, lazer e harmonia paisagística	Natação e outros esportes com contato direto, como iatismo e motonáutica	Lazer contemplativo	Altos, especialmente recreação de contato primário	Não há
	Pesca	Com fins comerciais de espécies naturais ou introduzidas através de estações de piscicultura	Não há	Altos, nos corpos de água, correntes, lagos, ou reservatórios artificiais	Alterações na qualidade após mortandade de peixes
	Assimilação de esgotos	Diluição, autodepuração e transporte de esgotos urbanos e industriais	Não há	Não há	Poliuições orgânicas, físicas, químicas e bacteriológicas
	Usos de preservação	Vazões para assegurar o equilíbrio ecológico	Não há	Médios	Melhoria da qualidade da água

Tabela 3.1 - Usos da água. Fonte: Barth, 1987 in: Setti, et al., 2001.

Tendo em vista o fato de o tipo de ocupação humana existente no interior da Bacia do Rio Cachoeira ser predominantemente residencial, o uso doméstico foi o tipo de uso da água priorizado por esta pesquisa, a qual, no entanto, não deixou de verificar também a possível ocorrência de outras formas minoritárias de uso da água (pesca, irrigação, uso recreativo da água, recepção de efluentes, etc.) em um dos indicadores adotados (indicador *Tipo de uso da água*). Com relação ao uso doméstico foram considerados indicadores diretamente relacionados ao uso e gestão da água no saneamento básico.

3.1.2 Uso da água no saneamento básico em áreas urbanas

O abastecimento de água e o esgotamento sanitário são as instâncias do saneamento básico enfocadas por esta pesquisa por representarem dois dos aspectos do saneamento básico mais diretamente ligados à gestão dos recursos hídricos, especialmente no que se refere ao uso doméstico da água.

Abastecimento de água diz respeito ao serviço (que pode ser público, privado ou de economia mista) de tratamento e distribuição da água em condições de qualidade (potabilidade) e quantidade apropriadas para o consumo humano em diversos setores da sociedade: doméstico, comercial, público, industrial, etc. O serviço de abastecimento de água através de rede geral caracteriza-se pela retirada da água bruta de alguma fonte natural, seu tratamento e adequação qualitativa e posterior transporte e fornecimento à população através de uma rede geral de distribuição. Há que se considerar, ainda, formas alternativas de abastecimento das populações, tais como: água proveniente de chafarizes, bicas, nascentes ou "minas", poços particulares, carros-pipas, cisternas, entre outras (IBGE, 2010). As captações informais de água para uso doméstico, constituem um tipo de uso não-outorgável e uma prática social frequente, tanto em comunidades de baixa renda, quanto em condomínios e domicílios das classes média e alta (IBASE, 2006).

As informações coletadas pela Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada em 2008 (PNSB 2008) e reveladas pelo IBGE (2010) sobre abastecimento de água revelam aspectos bastante relevantes a respeito da cobertura deste serviço no Brasil. Segundo a pesquisa, 99,4% dos municípios brasileiros realizavam abastecimento de água por rede geral de distribuição em pelo menos um distrito ou parte dele, um crescimento de 3,5% em 19 anos. A Região Sudeste apresentou, em 2008, uma cobertura de 87,5% dos domicílios abastecidos por rede geral, sendo a única das grandes regiões brasileiras a possuir a totalidade dos municípios que a integram abastecidos por rede geral de distribuição de água, em pelo menos um distrito ou parte dele. Deve-se salientar, no entanto, que o déficit na prestação do serviço de abastecimento de água a nível domiciliar ainda é elevado no

contexto de todo o território nacional, alcançando a marca de cerca de 12 milhões de residências sem acesso à rede geral de abastecimento de água no país.

Além disso, foi observado que nos municípios com abastecimento de água por rede geral também pode ocorrer distribuição de água por outras vias, devido à inexistência, insuficiência e/ou ineficiência da rede existente em certas localidades do município. A ocorrência de fornecimento de água por formas alternativas foi verificada em 14,8% municípios. Com relação ao tratamento da água, a maior parte dos municípios brasileiros (87,2%) distribuía a água totalmente tratada. No tratamento convencional, a água bruta passa por tratamento completo em uma Estação de Tratamento de Água (ETA) ou Unidade de Tratamento de Água (UTA), através de processos de floculação, decantação, filtração e desinfecção (cloração), podendo ocorrer também a correção do pH e a fluoretação. O racionamento de água ocorreu em 23,4% dos municípios (a maioria nordestinos), tendo como motivos mais frequentes: problemas relacionados à seca/estiagem (50,5%); insuficiência de água no manancial (39,7%); deficiência na produção (34,5%); e deficiência na distribuição (29,2%).

Em termos de quantidade, as demandas de água urbanas são definidas mediante determinação da população abastecida e adoção de quotas de consumo de água *per capita* (SETTI et al, 2001). A população deve ser estimada por estudos demográficos, enquanto a quota *per capita* é função dos níveis de desenvolvimento previstos e das condições desejáveis. Em geral, os consumos específicos de água crescem com a expansão da urbanização e com a elevação do nível de renda (RIBEIRO, 2008). Quanto maior o tamanho e o desenvolvimento de um dado núcleo urbano, maiores são suas demandas domésticas, industriais e comerciais. Vale lembrar que, outros fatores sociais, econômicos, climáticos e técnicos poderão influir nesses consumos específicos.

Embora os recursos hídricos tenham a capacidade de diluir e assimilar esgotos e resíduos, mediante processos físicos, químicos e biológicos, que proporcionam a sua autodepuração, essa capacidade é sempre limitada em face da quantidade e qualidade de recursos hídricos existentes. Logo, o tratamento prévio de esgotos urbanos, sejam estes domésticos, comerciais ou industriais, é imprescindível à conservação dos recursos hídricos em padrões de qualidade compatíveis com a sua multiplicidade de usos. Há substâncias presentes nos esgotos que não se autodepuram, acarretando poluição cumulativa das águas, com sérios riscos ao homem e ao meio ambiente, quando lançadas diretamente e *in natura* em rios, lagos e mesmo no solo. Além disso, a água pode representar sério risco a saúde pública, uma vez que pode servir de veículo para a transmissão de doenças, principalmente quando recebe lançamento de esgotos sanitários sem qualquer forma de tratamento.

A capacidade de autodepuração dos rios é determinada pelas demandas para a diluição e assimilação de esgotos urbanos e industriais, bem como, de resíduos das atividades agrícolas e de mineração. Setti et al. (2001) afirmam que, embora não seja classificado como consuntivo, esse uso pode resultar em limitações do uso dos corpos de águas para outras atividades devido às restrições quanto aos padrões de qualidade requeridos.

Entre os serviços de saneamento básico, o esgotamento sanitário é o que tem menor presença nos municípios brasileiros (IBGE, 2002). Alguns dados são bastante ilustrativos da deficiência estrutural em esgotamento sanitário ainda vivenciada no Brasil. Reportando-nos novamente aos dados da Pesquisa Nacional de Saneamento realizada pelo IBGE em 2008, observamos que pouco mais da metade dos municípios brasileiros (55,2%) tinham serviço de esgotamento sanitário por rede coletora (que é o sistema mais apropriado), marca pouco superior à observada na pesquisa anterior, realizada no ano 2000, que registrava 52,2%. Quando se observa o problema na escala dos domicílios, esta marca é ainda mais baixa: menos da metade dos domicílios brasileiros (44%) possuíam acesso a rede de esgotamento sanitário. Em 2008, a proporção de municípios com rede de coleta de esgoto foi bem inferior à de municípios com rede geral de distribuição de água (99,4%), manejo de resíduos sólidos (100,0%) e manejos de águas pluviais (94,5%), contraste que revela a grave situação de atraso e subdesenvolvimento deste setor do saneamento básico ainda existente no Brasil.

3.1.3 Conflitos pelo uso da água

O uso múltiplo da água presta-se às intenções de diferenciados sujeitos, as quais podem ser em muitos casos conflitantes. Ele é, por isso, fonte de conflitos de interesses sociais, os quais a gestão da água deve regular e controlar em suas diferenciadas instâncias de ação política. Setti et al (2001) classificam os conflitos pelo uso da água em três tipos:

- **Conflitos de destinação de uso:** ocorrem quando a água é utilizada para outras destinações que não aquelas estabelecidas por decisões políticas, fundamentadas ou não em anseios sociais, que as reservariam para o atendimento de necessidades sociais, ambientais e econômicas (a retirada de água de reserva ecológica para a irrigação, por exemplo);
- **Conflitos de disponibilidade qualitativa:** típicos de usos em corpos de água poluídos. Existe um aspecto vicioso nesses conflitos, pois o consumo excessivo reduz a vazão de estiagem deteriorando a qualidade das águas já comprometidas

pelo lançamento de poluentes. Esta deterioração, por sua vez, torna a água ainda mais inapropriada para o consumo;

- **Conflitos de disponibilidade quantitativa:** decorrem de uma situação de esgotamento da disponibilidade quantitativa de água devido ao uso intensivo.

Na perspectiva da tríade de sujeitos sociais que fundamenta a gestão participativa dos recursos hídricos (Poder Público - Usuários - Sociedade Civil), os conflitos por água possuem caráter profundamente multidirecional: podem ocorrer entre representantes da sociedade civil (conflitos entre moradores ou entre moradores e comerciantes, por exemplo), entre representantes de usuários, entre usuários e representantes da Sociedade Civil, entre usuários e o Poder Público, entre o Poder Público e a Sociedade Civil e também entre diferentes esferas político-administrativas do Poder Público (federal, estadual e municipal).

A criação da Política Nacional de Recursos Hídricos insere-se no contexto neoliberal que vem caracterizando a história política e econômica do nosso país desde os anos de 1990. Essa modalidade de governo encontra seus pressupostos nos ideais de Estado mínimo e na necessidade de geração de *superávits* primários que acabaram por retirar da estrutura estatal diversas atribuições, sem, no entanto, designar responsabilidades substitutas dessas atividades. Esse processo foi notório em serviços de monitoramento ambiental, mapeamento e representação espacial (SOUZA JUNIOR, 2008).

Um aspecto problemático ainda bastante estrutural na aplicação da Política Nacional de Recursos Hídricos, especialmente nos comitês de bacia hidrográfica, é a questão da falta de sintonia entre dois grupos bem nítidos nos colegiados de gestão: um composto por membros de uma suposta sociedade civil organizada e outro composto por autoridades governamentais e participantes dos diversos programas oficiais que compõem a agenda de recursos hídricos brasileira, este último com grande participação de profissionais de atuação acadêmico-científica. Como bem enfatizado por Souza Junior (2008), essa dissonância evidencia a problemática da proximidade ciência-poder que acarreta em desinformação social acerca de aspectos técnico-científicos e gerenciais da gestão das águas e o conseqüente recrudescimento das assimetrias nas relações de poder entre o Estado e a sociedade civil nos processos de gestão.

Citando o caso emblemático do desastre ambiental ocorrido no Rio Pomba, no estado de Minas Gerais, em 2003, o autor identifica uma série de outros fatores problemáticos associados ao planejamento de sistemas de informação de recursos hídricos:

- *Multidimensionalidade da gestão das águas e incipiente delimitação do escopo de ação dos diversos órgãos e entidades envolvidos na gestão*, as quais determinam uma quebra de comunicação entre órgãos de fiscalização e licenciamento nos três níveis administrativos (municipal, estadual, e da União).

- *Desestruturação dos órgãos executivos de fiscalização nas três escalas de ação política*, havendo a ausência de equipes especializadas disponíveis para fiscalização em muitos casos.
- *Ausência de um sistema estruturado e transparente de informações ambientais e de recursos hídricos* que transcenda as instituições nos três níveis administrativos.
- *Ausência de um sistema de emergências ambientais consistente* que permita a tomada de decisões eficaz e em curto prazo.

No plano internacional, os conflitos por água podem se dar entre diferentes países, como no caso emblemático das tensões existentes no Oriente Médio em torno da água do Rio Jordão, configurando situações de insegurança ambiental e potencializando novas guerras por água. Os conflitos pelo uso da água em seus diferentes tipos são reflexos de interesses divergentes de sujeitos envolvidos na gestão dos recursos hídricos, somados à própria realidade da disponibilidade de água potável no mundo, a qual revela um elevado potencial de escassez desse recurso vital. De fato, a distribuição global de água no mundo evidencia essa realidade e a conseqüente necessidade de políticas nacionais e internacionais de gestão, gerenciamento e controle de seu uso, pois, como vimos, o volume de água doce existente corresponde a apenas 2,5% do volume total de água do planeta, sendo que, desses 2,5%, apenas 0,3%, correspondente à água doce de rios e lagos (0,007% do volume total de água no globo), é renovável.

4 ÁREA DE ESTUDO

A Bacia hidrográfica do Rio Cachoeira localiza-se na vertente sul do Maciço da Tijuca, Município do Rio de Janeiro, entre os paralelos 22° 56' e 23° 00' de latitude sul e os meridianos 43° 15' e 43° 18' de longitude oeste. Possui uma configuração territorial aproximadamente triangular, de aspecto assimétrico, abrangendo uma área de 16,48 km², circunscrita em um perímetro de 20,6 km. O Rio Cachoeira, juntamente com o Rio Maracanã, é um dos principais rios do Maciço da Tijuca. Ele nasce na Floresta da Tijuca e drena a vertente atlântica do maciço, tendo como principais afluentes o Córrego do Açude, em sua margem direita e o Rio da Gávea Pequena em sua margem esquerda. Possui um percurso de cerca de 9 km de extensão, desaguando na Lagoa da Tijuca, em frente à Ilha da Gigóia. Nossa abordagem baseia-se na delimitação proposta por Araujo (2013) para a Bacia do Rio Cachoeira (fig. 4.1), a qual exclui a área de baixada, compreendendo a zona montanhosa de efetiva interconexão topográfica das águas. Dessa forma, a Bacia do Cachoeira é delimitada com base na topografia e a partir do limiar que drena para uma saída comum, estando, portanto, de acordo com a definição de bacia de drenagem proposta por Coelho Netto (1994).

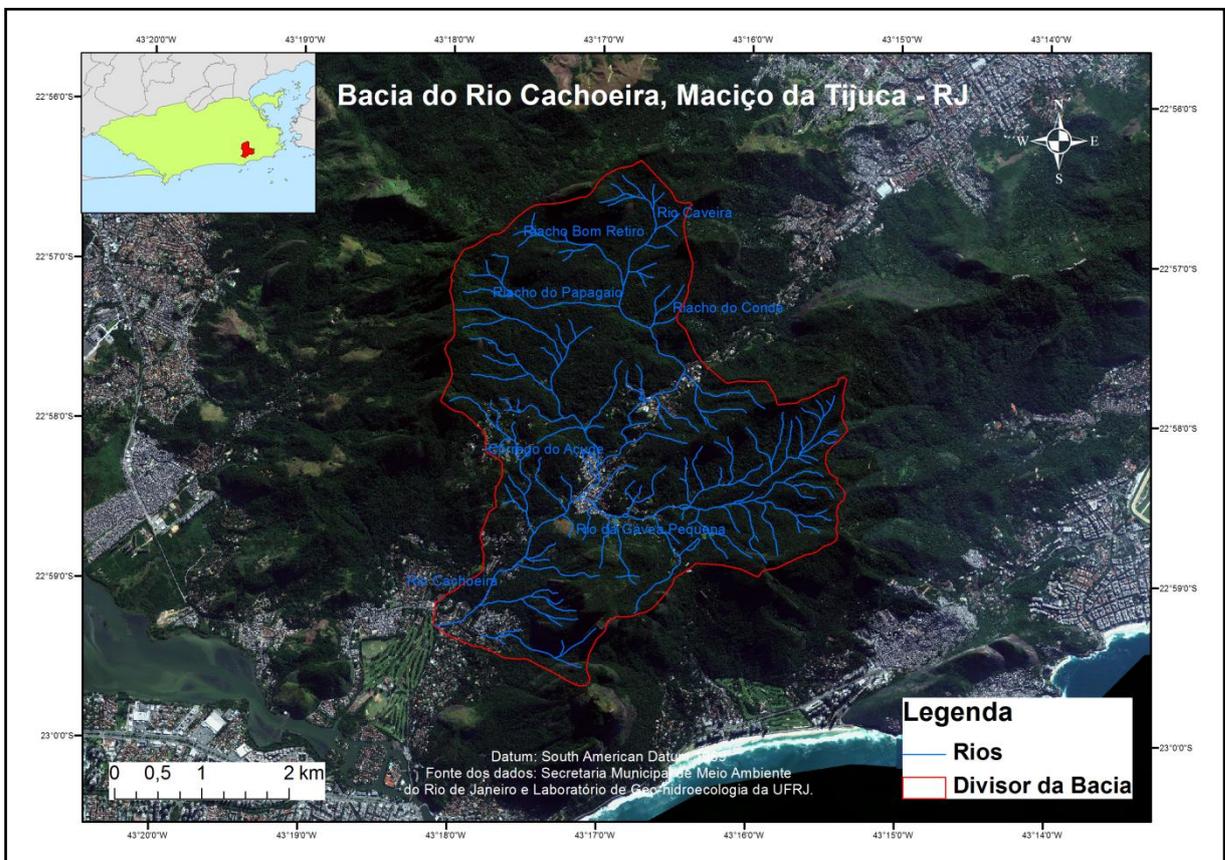


Figura 4.1 – Bacia do Rio Cachoeira, Maciço da Tijuca, Rio de Janeiro.

A Bacia do Cachoeira apresenta relevo montanhoso costeiro, com substrato rochoso de idade Pré-Cambriana. Segundo Coelho Netto (1979) as características geológicas da região são basicamente duas: um embasamento rochoso de idade Pré-cambriana, constituído predominantemente por gnaisses diversos (microclina, biotita e granitóides). O relevo se caracteriza por uma topografia montanhosa onde sobressaem numerosos pontões (feições conhecidas como tipo "pães de açúcar"), encostas abruptas evoluindo para paredões escarpados, picos, mesas, formando um conjunto de formas de aspectos peculiares que distinguem o Maciço da Tijuca das demais elevações cariocas. Dentre suas principais formações montanhosas destacam-se o Pico da Tijuca (1022m), o ponto mais alto da Bacia do Cachoeira e do próprio Maciço da Tijuca, localizado na porção central do maciço; o Pico do Papagaio (983m), Pedra do Conde (821m), a Pedra do Archer (800m) e a Pedra Bonita (696m).

Conforme apontado por Miranda (1992) a região da Bacia do Cachoeira está incluída na zona climática montanhosa do Rio de Janeiro, correspondendo ao clima do tipo Cf, de acordo com a classificação de Köppen. Trata-se de clima subequatorial, definido como hipotérmico, com temperaturas variando entre as médias de 19°C no mês mais frio (junho) e 25°C no mês mais quente (fevereiro), média térmica anual de 22°C, pluviosidade média anual entre 2.000 e 2.500 mm, concentrada principalmente no verão; e índice de umidade do ar em torno de 80% (MIRANDA 1992; DIAS, 2011).

Em termos gerais predominam os latossolos vermelho-amarelos com perfis profundos e pouco diferenciados, nos quais a porcentagem de argila tende a crescer em direção ao horizonte B. Em alguns pontos podem-se encontrar litossolos associados a vertentes íngremes com manto de intemperismo pouco espesso e cambissolos constituindo uma fase pedogenética intermediária (COELHO NETTO, 1985).

A Floresta da Tijuca, compreendida e protegida pelo Parque Nacional da Tijuca desde a fundação desta Unidade de Conservação, em 1961; cobre 86% da área total da Bacia do Cachoeira (14,17 km²) (fig. 4.2), sendo formada por Mata Latifoliada Perene (PEREIRA, 2012) de grande biodiversidade, onde podem ser observadas espécies típicas de mata secundária inicial a tardia. De acordo com Rosas (1991) existem três estratos vegetais básicos na Floresta da Tijuca: o arbóreo, o arbustivo e o herbáceo; além de grande quantidade de epífitas, lianas (cipós) e escandentes (trepadeiras). No estrato arbóreo, que varia de 30 a 40 m, destacam-se o jequitibá vermelho (*Cariniana excelsa* Casar), a jacarandá caviúna (*Dalbergia nigra* Allem), dentre outras; no estrato arbustivo, encontram-se quaresmeiras (*Tibouchina granulosa* Cogn) e embaúbas prateadas (*Cecropia hololeuca* Mig), além de diversas palmeiras, dentre as quais o palmito juçara (*Euterpe edulis* Mart.), geonomas (*Geonoma elegans* e *schottiana*) e brejaúvas (*Astrocaryum romanzoffianum* Becc); e no estrato herbáceo predominam, entre outras, as bananeiras do mato (*Heliconia*

angustifolia Hook), marantas (*Calathea zebrina*), bromélias (MONTEZUMA, 2005). As espécies encontram-se em estágio de recomposição florestal em função de diferentes usos submetidos ao solo principalmente a partir de fins do século XVIII.

O início da ocupação da Bacia do Rio Cachoeira e do conseqüente uso local de seus mananciais, data do final do século XVIII, com a introdução da cultura do café nas áreas mais elevadas e, até então, intocadas do Maciço da Tijuca. Conforme aponta Drummond (1997), entre os anos de 1780 e 1820, fazendeiros e nobres europeus passaram a ocupar as áreas do Maciço da Tijuca com suas residências de veraneio e fazendas de café, algumas das quais chegando a ser consideradas as mais produtivas do país à época. No interior da Bacia do Cachoeira estas cafeiculturas ocupavam as regiões da Gávea Pequena, da Cascatinha e do Açude da Solidão (FERREZ 1972 apud MONTEZUMA, 2005).

Essa acelerada ocupação das cotas mais elevadas do Maciço da Tijuca voltada para a produção intensiva do café teve como resultado uma extensa degradação das matas originais da Floresta da Tijuca, levando a um quadro de estresse hídrico dos mananciais locais e contribuindo para a ocorrência de sucessivos períodos de estiagens que marcaram época na história do abastecimento de água da cidade do Rio de Janeiro (SANTA RITTA, 2009). Após uma sequência de secas em 1817-1818, 1829, 1833 e 1844, o Ministro do Império Almeida Torres deu início à proposta de desapropriação das fazendas, a partir de 1856, e posterior reflorestamento da região, a partir de 1861. O pioneiro processo de reflorestamento realizou-se com mão de obra escrava, sob a administração de Manuel Gomes Archer, tomando como prioridade as áreas mais erodidas, tais como, as encostas do Bico do Papagaio e da Tijuca, a Pedra do Conde e o Açude da Solidão (DRUMMOND, 1997), todas situadas no interior da Bacia do Cachoeira. Em apenas 13 anos mais de 100 mil árvores foram plantadas, principalmente espécies da Mata Atlântica (PNT, 2013). O plantio teve continuidade nos anos seguintes e, associado ao processo de regeneração natural do ecossistema, formou a Floresta da Tijuca tal como hoje é conhecida. Essa foi a primeira grande política de conservação dos recursos ambientais do Maciço da Tijuca, servindo de ponto de partida para uma série de políticas ambientais implementadas ao longo do século XX, as quais culminaram na criação do atual Parque Nacional da Tijuca.

Em razão dessas condicionantes históricas, a Floresta da Tijuca forma atualmente um diversificado mosaico de coberturas originadas a partir de sucessões naturais e induzidas, associadas à diversas formas de intervenção antrópica, sendo, assim, uma resultante da ação de forças naturais e culturais integradas a um contexto histórico e geográfico que lhe confere uma complexidade singular, inserida em uma matriz urbana de uma das maiores metrópoles do país.

A maior parte da Bacia do Cachoeira se encontra no bairro do Alto da Boa Vista, mas ela também compreende áreas do bairro do Itanhangá, na região de baixo curso de seu

rio principal. Com base no mapeamento do uso e cobertura do solo da região do Maciço da Tijuca realizado por Dias (2011), pode-se verificar que as áreas de ocupação urbana (fig. 4.2) respondem por 8,62% (142 ha) de seu território. Dessa malha urbana que ocupa o interior da Bacia do Cachoeira, 72,5% (103 ha) correspondem à áreas de ocupação formal e 27,5% (39 ha) a áreas de ocupação informal (favelas). Destacam-se nessas últimas as comunidades do Mata Machado, do Tijuacu, Agrícola (no Alto da Boa Vista) e da Floresta da Barra da Tijuca (no Itanhangá).

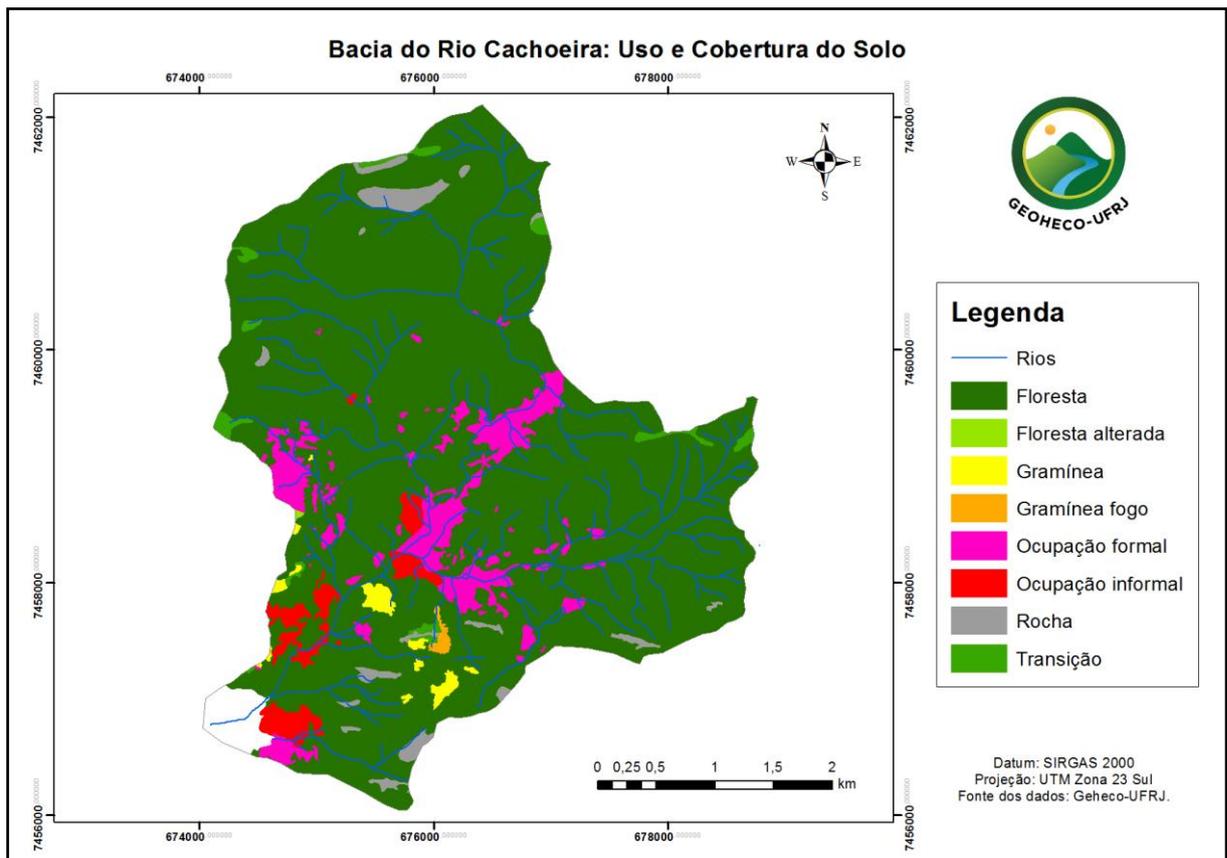


Figura 4.2 – Uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Cachoeira. Recortado de Dias (2011).

4.1 SETORES DE PESQUISA DA BACIA DO RIO CACHOEIRA

As áreas de ocupação urbana da Bacia do Cachoeira são aqui consideradas a partir do que será chamado ao longo da exposição de "Setores de Pesquisa". Os Setores de Pesquisa correspondem à polígonos fechados que delimitam áreas de relevante interesse socioeconômico e/ou ecológico no contexto da gestão das águas na Bacia do Rio Cachoeira, num total de seis. Todos eles foram selecionados em função de sua

acessibilidade e de sua representatividade enquanto áreas de significativa concentração urbana e populacional e/ou importância ecológica no interior da bacia. Do ponto de vista do uso e ocupação urbanas do solo, eles podem compreender áreas bastante diversificadas, referindo-se tanto a aglomerações de ocupação informal mais pauperizadas (favelas), como a localidades de ocupação formal e mais abastada. Para a sua denominação procurou-se adotar a toponímia de uso generalizado correspondente a cada aglomeração delimitada: Setor Mata Machado, Setor Maracaí, Setor Tijuacu, Setor Alto da Boa Vista, Setor Comunidade Açude da Solidão, Setor Comunidade Agrícola. O mapa da figura 4.3 apresenta a localização dos seis setores de pesquisa na Bacia do Cachoeira.

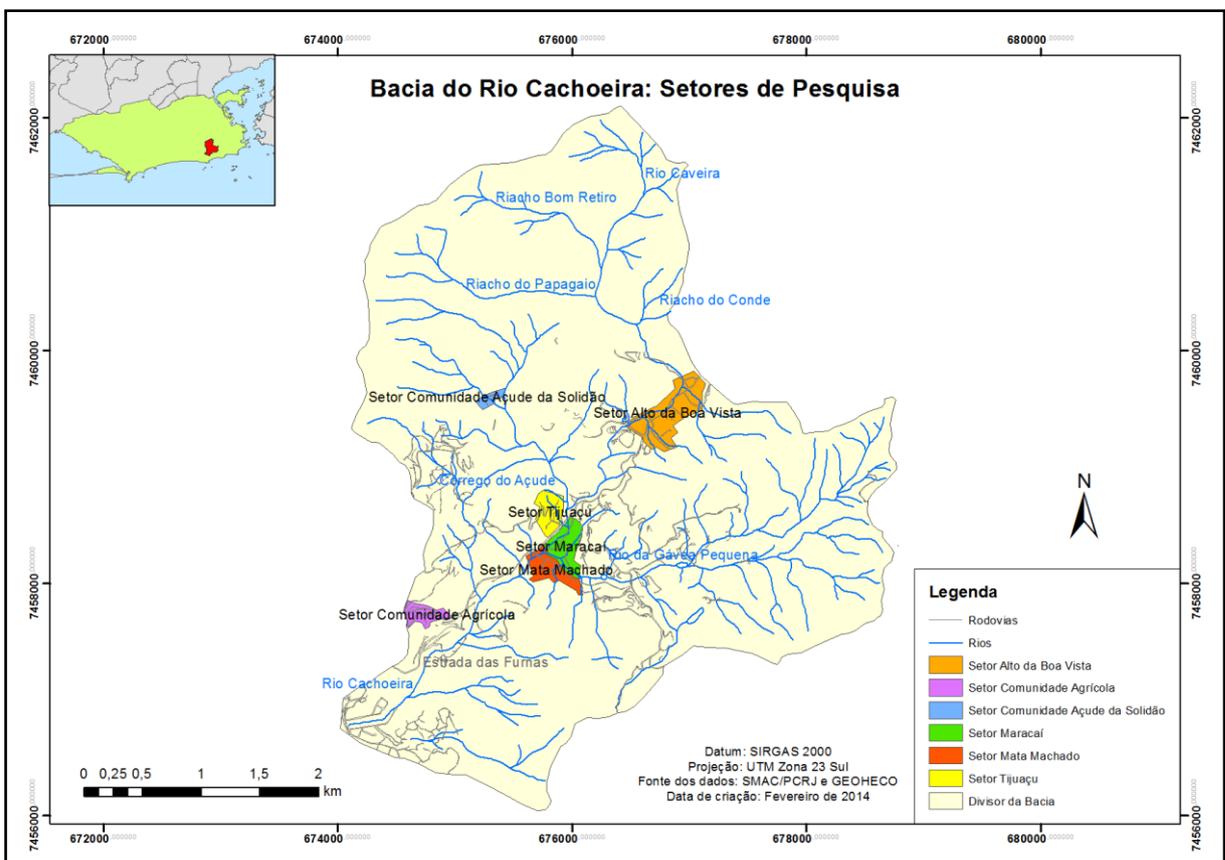


Figura 4.3 – Mapa dos Setores de Pesquisa selecionados na Bacia do Cachoeira.

O Setor Mata Machado compreende a Comunidade de Mata Machado, uma das localidades mais densamente povoadas do bairro do Alto da Boa Vista. Localiza-se na região central da bacia do Rio Cachoeira, estendendo-se em direção NW-SE entre as coordenadas $22^{\circ} 58' 26.4''$ e $22^{\circ} 58' 37.2''$ de latitude Sul e $43^{\circ} 16' 55.2''$ e $43^{\circ} 17' 9.6''$ de longitude Oeste. O Setor Mata Machado possui uma área de 81.728 m² e está situado em uma região de fundo de vale, ocupando um território que se estende pelo sopé de uma das

feições montanhosas que formam o Pico da Pedra Bonita, desde as margens do Rio Cachoeira. A altitude varia entre 220 e 310 m. Tem como principais logradouros: A Estrada de Furnas (onde se encontra o acesso principal à comunidade), a Rua Jair Caldas (principal via da parte mais baixa e plana do Setor), a Rua Gilvan Cunha (principal via da parte mais elevada e declivosa do Setor) e a Praça Dr. Machado Costa. A topografia do território é relativamente plana e suave até a Praça Dr. Machado Costa, variando fortemente a sua altitude e declividade nas direções Sul e Sudeste a partir deste ponto central. Além do Rio Cachoeira, que nesta região escoia paralelamente à Estrada de Furnas, outro importante rio que percorre o interior da comunidade, desde as suas altitudes mais elevadas, é o Rio da Gávea Pequena, um dos principais afluentes do Rio Cachoeira, que converge com este em um ponto próximo à Escola Municipal Mata Machado e à entrada principal da comunidade (figura 4.4). A Mata Machado é uma das áreas favelizadas mais antigas do bairro do Alto da Boa Vista, tendo sido contemplada pelo Programa Favela-Bairro, no início dos anos 1990. Possui ocupação do solo tipicamente informal e uma população de 2.248 habitantes (segundo o Censo 2010), da qual 380 participaram de nossa pesquisa. Noventa domicílios foram visitados no setor, além de 12 estabelecimentos comerciais e uma instituição pública (Escola Municipal Mata Machado).



Figura 4.4 - Rio Cachoeira no ponto de confluência com o Rio da Gávea Pequena. Avista-se ao fundo a Escola Municipal Mata Machado. Fonte: arquivo pessoal

O Setor Maracaí compreende a região do Bairro do Alto da Boa Vista conhecida como Maracaí, situada no entorno da Estrada de mesmo nome. Localiza-se na porção central da Bacia do Rio Cachoeira, limitando-se à Oeste e Sudoeste com o Setor Mata Machado, a Norte e Noroeste pela Estrada de Furnas, a leste pela Estrada do Biguá e ao Sul pelo trecho final da Estrada Maracaí. Ocupa uma área total de 95.177 m², estendendo-se entre as coordenadas 22° 58' 15.6" e 22° 58' 33.6" de latitude Sul e 43° 17' 6" e 43° 16' 55.2" de longitude Oeste. Possui um território topograficamente pouco acidentado, com altitude variando entre 250 e 290 metros. O Rio Cachoeira drena a porção noroeste do Setor, correndo intermediária e paralelamente à Estrada de Furnas e à Estrada Maracaí, principais logradouros da região. A Estrada Maracaí entremeia o interior do Setor desde a sua extremidade norte até sua extremidade Sul. O Setor é predominantemente residencial e

sua ocupação é tipicamente formal, havendo alguns focos favelizados nos poucos pontos de maior altitude situados no trecho em que a Estrada Maracaí se dispõe paralelamente ao Rio Cachoeira. Vinte e três domicílios participaram da pesquisa (1 comercial e 22 residenciais), compreendendo 276 moradores.

O Setor Tijuçu delimita a Comunidade do Tijuçu, uma das mais notórias áreas de concentração populacional do bairro do Alto da Boa Vista. Está localizado na porção central da Bacia do Rio Cachoeira, junto aos Setores Mata Machado e Maracaí, ocupando, porém as encostas do lado direito da Estrada de Furnas (sentido Itanhangá). Possui uma área de 70.080 m² estendendo-se entre as coordenadas 22° 58' 8.4" e 22° 58' 22.8" de latitude Sul e 43° 17' 2.4" e 43° 17' 9.6" de longitude Oeste. Sua declivosa topografia varia entre altitudes de 250 e 330 metros. A Estrada de Furnas (onde se encontra o principal acesso à comunidade), a Rua Deputado Fernando Lopes e a Estrada do Tijuçu (que corta a comunidade de Sul a Oeste, desde o seu acesso em altitudes menores até os seus pontos de mais elevada altitude) são os principais logradouros da comunidade. O Córrego do Açude corre por todo o limite leste do Setor até a altura de Maracaí onde se encontra com o Rio Cachoeira. Outros cursos de menor porte drenam intermitentemente a região. A comunidade do Tijuçu possui ocupação do tipo informal e, assim como o Mata Machado, também foi beneficiada por obras do Programa Favela Bairro. Sua população é estimada em 1.156 habitantes, segundo dados do Censo 2010, denotando uma das áreas de maior densidade populacional de toda a região da Bacia do Cachoeira. Ao todo, 40 domicílios (dentre os quais 88% residenciais e 12% comerciais) e 115 moradores participaram da pesquisa.

O Setor Alto da Boa Vista delimita a parte central do Bairro do Alto da Boa Vista compreendendo a região situada entre a Praça Afonso Viseu e a sede do Corpo de Bombeiros do bairro, na Rua Boa Vista. Está localizado entre as coordenadas 22° 57' 36" e 22° 57' 57.6" de latitude Sul e 43° 16' 19.2" e 43° 16' 40.8" de longitude Oeste, ocupando uma área de 211.531 m², na porção nordeste da Bacia do Cachoeira. Limita-se pelo divisor da bacia nessa mesma direção, sendo uma das regiões de ocupação mais elevadas da Bacia do Cachoeira com altitudes que variam de 340 a 420 metros. O Setor do Alto da Boa Vista é cercado por elevadas formações montanhosas recobertas pela Floresta da Tijuca em seus limites norte e sul. Seus principais logradouros são a Praça Afonso Viseu, onde se encontra o acesso ao Setor Floresta da Tijuca do Parque Nacional da Tijuca e uma Unidade de Tratamento de Água da CEDAE; a Rua Amado Nervo; a Rua Ferreira de Almeida; e a Rua Boa Vista que passa a ser denominada Estrada de Furnas, mais adiante (no sentido Itanhangá). A região representa uma área de transição do alto para o médio curso do Rio Cachoeira, correspondendo à uma faixa crítica onde o rio sai da Floresta da Tijuca encontrando pela primeira vez as áreas urbanas densamente ocupadas da bacia e

passando a sofrer os primeiros impactos de uma ação humana mais intensa: canalizações e despejo de efluentes e detritos sólidos. O Rio Cachoeira drena a região de norte a sudoeste, passando a correr paralelamente à Rua Boa Vista, logo após a sua passagem pela Unidade de Tratamento de Água da CEDAE na Praça Afonso Viseu (UTA Afonso Viseu). A ocupação do território é tipicamente formal, sendo caracterizada por uma população predominantemente de classe média alta. Ao todo 25 domicílios (1 comercial e 24 residenciais) participaram da nossa amostragem, abrangendo 81 pessoas.

O Setor Comunidade Açude da Solidão compreende um pequeno aglomerado residencial situado à beira da Estrada da Paz, exatamente na altura do Açude da Solidão, reservatório hídrico de grande importância histórica e ecológica no contexto da Bacia do Cachoeira, pertencente ao Parque Nacional da Tijuca. O Setor Comunidade Açude da Solidão é o menor e mais alto dos setores pesquisados, encobrendo uma área de 21.240 m² entre as coordenadas de 22° 57' 39.6" e 22° 57' 46.8" de latitude Sul e 43° 17' 16.8" e 43° 17' 27.6" de longitude Oeste. Situa-se no noroeste da Bacia do Rio Cachoeira, em uma região de alto curso, com altitudes em torno de 430 m. Trata-se de uma ocupação bastante pequena, de cerca de 20 domicílios dispostos nas proximidades do acesso ao Açude da Solidão. Sua seleção como uma das áreas enfocadas por esta pesquisa se deu, portanto, em razão de ser uma área de grande relevância ecológica, mais do que propriamente por sua significância populacional. É majoritariamente do tipo informal embora existam pontos de ocupação tipicamente formal em seu interior. Dois pequenos córregos cortam o Setor atravessando transversal e subterraneamente a Estrada da Paz, e confluindo-se mais a jusante, formando o Córrego do Açude. A Estrada da Paz liga a região do Setor Alto da Boa Vista às regiões de ocupação mais escassa situadas a noroeste da bacia (região do entorno da Igreja Santo Cristo dos Milagres, no bairro do Alto da Boa Vista). A população do Setor é estimada em cerca de 70 habitantes, dentre os quais 25 participaram desta pesquisa.

O Setor Comunidade Agrícola abrange a Comunidade Agrícola, ocupação residencial situada na porção sudoeste da Bacia do Rio Cachoeira, junto ao seu divisor, entre as coordenadas 22° 58' 40.8" e 22° 58' 48" de latitude Sul e 43° 17' 34.8" e 43° 17' 49.2" de longitude Oeste. Possui uma área total de aproximadamente 53.016 m² e altitudes em torno de 240 e 280 metros. O Rio Cachoeira é o canal fluvial mais próximo, distanciando-se em cerca de 200 metros a Oeste da Comunidade. Sua ocupação data de cerca de mais de 60 anos e é do tipo informal com população estimada em 505 habitantes, segundo dados do Censo 2010. Ao todo, 30 domicílios (todos residenciais, pois não há comércio no interior do Setor) e 118 residentes foram contemplados pela pesquisa. As principais vias de tráfego da Comunidade Agrícola são a Estrada Capitão Campos e a Rua A, que parte da Estrada Capitão Campos intermediando o interior da aglomeração. Apesar do nome, não há atividades agrícolas no Setor.

4.2 O USO DA ÁGUA NA BACIA DO RIO CACHOEIRA PELO PODER PÚBLICO

A proteção das águas da Bacia do Rio Cachoeira é de responsabilidade da Agência Nacional das Águas (ANA) no interior do Parque Nacional da Tijuca. Fora dessa Unidade de Conservação, ela passa a ser da competência, em primeira instância, da Secretaria de Estado do Ambiente (SEA) através do Instituto Estadual do Ambiente (Inea), conforme as legislações nacional e estadual referentes aos recursos hídricos (Leis nº 9.433/97 e nº 3.239/99, respectivamente). Em relação ao uso efetivo da água atualmente realizado por instituições do Poder Público na Bacia do Cachoeira é preciso destacar dois aspectos em especial:

- A atuação da Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro (SEA) no Projeto de Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá (em vias de implantação) no âmbito da gestão das águas promovida pelo Subcomitê de Bacia da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara - Sistema Lagunar de Jacarepaguá; e
- A atuação do Instituto Estadual do Ambiente (Inea) no monitoramento anual da qualidade da água do Rio Cachoeira.

A necessidade do Projeto de Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá decorre do grave cenário de comprometimento ambiental da região. A Região hidrográfica do Complexo Lagunar de Jacarepaguá, que inclui a Bacia do Rio Cachoeira, vem sendo ocupada a várias décadas de forma desordenada, revelando um padrão de uso do solo predominantemente residencial, de elevada densidade populacional, coexistindo com unidades industriais. Conforme aponta o Relatório Ambiental Simplificado (RAS) do projeto (MASTERPLAN, 2012), o avanço da infraestrutura urbana de saneamento não acompanhou o desenvolvimento urbano da região, gerando o lançamento de efluentes sanitários e industriais em vários dos cursos d'água componentes da região hidrográfica. Essa deficiência infraestrutural vem contribuindo, durante décadas, para a degradação da qualidade da água dos rios e lagunas, provocando eutrofização em parte do sistema lagunar e assoreamento, com a conseqüente redução das espessuras das lâminas e de seu espelho d'água.

O projeto consiste na execução e implementação de ações com o propósito de promover a recuperação ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá por parte do Governo do Estado do Rio de Janeiro, através da Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE) e da Secretaria de Estado do Ambiente (SEA), em parceria com a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. De todas as ações previstas por estas instituições representantes

do Poder Público no projeto a única diretamente relacionada à nossa área de estudo é a *Dragagem das Lagoas da Tijuca, Jacarepaguá, Camorim e Marapendi e Canal de Joatinga*, a qual, por incluir a Lagoa da Tijuca, abarcará também a região do exutório do Rio Cachoeira. Além dessa, outras quatro ações são previstas pelo projeto: *Extensão do molhe existente na barra do Canal da Joatinga; Criação de uma Ilha Parque na Lagoa da Tijuca; Construção de quatro Unidades de Tratamento de Rios (UTR)*, a serem implantadas nos rios do Anil, das Pedras, Arroio Pavuna e Pavuninha (não incluindo, portanto, o Rio Cachoeira, apesar deste ser também um dos principais tributários do complexo lagunar); *Expansão do sistema de coleta e tratamento de esgotos das baixadas da Barra da Tijuca e Jacarepaguá*, sob responsabilidade da CEDAE, no âmbito do Programa de Saneamento da Barra da Tijuca, Recreio dos Bandeirantes e Jacarepaguá - PSBJ (não incluindo, portanto, as regiões do Alto da Boa Vista e do Itanhangá compreendidas pela Bacia do Cachoeira).

Em suma, a Secretaria de Estado do Ambiente (SEA), em um período previsto de 30 meses, irá promover obras de dragagem das lagunas de Jacarepaguá, Camorim, Tijuca, Marapendi e do canal da Joatinga, visando não apenas melhorar o aspecto estético das lagunas, mas também, em conjunto com as demais ações, propiciar a melhoria na qualidade das águas sob os aspectos físicos, químicos e biológicos, de forma a recuperar o espaço aquático do ecossistema lagunar e o entorno comprometido pelo assoreamento. Além disso, ainda no âmbito das obras citadas, será executado o prolongamento do molhe na barra do Canal da Joatinga, tendo por objetivo evitar o assoreamento de sua desembocadura com a areia proveniente da praia da Barra da Tijuca (MASTERPLAN, 2012). A tabela 4.1 e a figura 4.5 apresentam as estimativas do volume de material sedimentar a ser dragado e a área de influência do Projeto, respectivamente.

Região	Área (m ²)	Bairros Contribuintes	Volume (m ³)
Canal da Joatinga	169.750	Barra da Tijuca, Itanhangá e Joá	377.323,00
Lagoa da Tijuca	2.428.867	Barra da Tijuca e Itanhangá	1.558.191,00
Lagoa de Camorim	141.604	Barra da Tijuca, Jacarepaguá, Cidade de Deus, Gardênia Azul, Anil, Freguesia, Taquara, pechincha, Tanque Praça Seca e Vila Valqueire	151.771,00
Lagoa de Jacarepaguá	2.634.381	Barra da Tijuca, Vargem Grande, Curicica, Vargem Pequena, Camorim e Jacarepaguá	1.537.405,00
Lagoa de Marapendi	1.708.323	Barra da Tijuca e Recreio	2.238.715,00
TOTAL	7.082.925		5.863.405,00

Tabela 4.1 - Volume de material a ser dragado no Projeto de Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá, com destaque para a região de contribuição do Rio Cachoeira. Adaptado de PROJCONSULT (2011) in: MASTERPLAN (2012).



Figura 4.5 - Áreas de influência direta e indireta do Projeto de Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá para os meios físico e biótico, com destaque para a situação da Baía do Cachoeira na área de influência indireta. Fonte: MASTERPLAN (2012).

O segundo importante aspecto da atuação do Poder Público no uso e gestão da água da Baía do Cachoeira é o acompanhamento das alterações da qualidade das águas do Rio Cachoeira realizado pelo Instituto Estadual do Ambiente (Inea), de maneira a subsidiar ações de proteção e recuperação ambiental, visando à garantia dos usos atuais e futuros (INEA, 2014). O Inea conta com 315 estações de monitoramento da qualidade da água, do sedimento e da biota, distribuídas em rios, baías, lagoas e reservatórios do Estado do Rio de Janeiro. Por meio da Gerência de Avaliação de Qualidade das Águas (Geaq), área integrante da Diretoria de Informação e Monitoramento Ambiental (Dimam), o instituto realiza o monitoramento periódico da qualidade das águas interiores do Estado, que consiste em: planejamento; coleta de amostras de água, sedimento e/ou biota; envio para análises nos laboratórios do Inea; análise estatística dos resultados dos laboratórios; e elaboração de diagnósticos específicos para cada corpo d'água. A escolha dos pontos de amostragem e dos parâmetros a serem analisados é feita em razão do corpo d'água, do uso benéfico de suas águas, da localização de atividades que possam influenciar na sua qualidade, e da natureza das cargas poluidoras, tais como despejos industriais, esgotos domésticos e águas de drenagem agrícola ou urbana. No interior da Baía do Cachoeira

existe apenas uma Estação de Amostragem para o monitoramento da qualidade da água, a Estação de Amostragem CC000, localizada na região do baixo curso do Rio Cachoeira (fig 4.6).

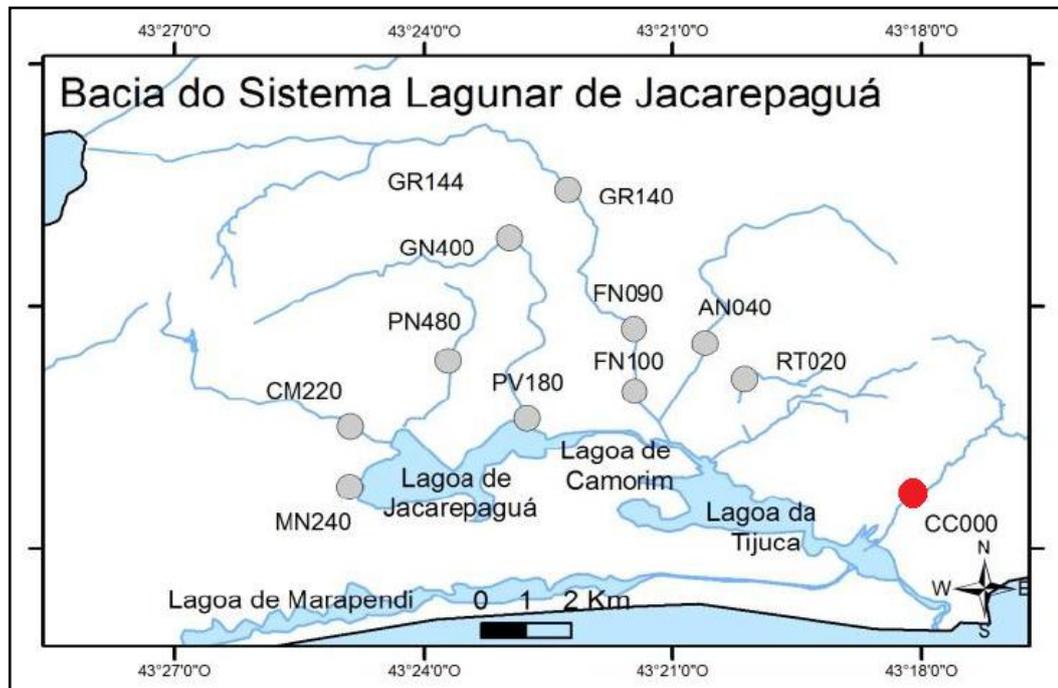


Figura 4.6 - Localização das estações de monitoramento da qualidade das águas interiores do Inea na Região Hidrográfica do Sistema Lagunar de Jacarepaguá, com destaque para a Estação CC000, referente ao Rio Cachoeira. Adaptado de Inea (2014).

A Gerência de Avaliação de Qualidade de Água (GEAG) utiliza cinco índices em sua rotina de trabalho, inclusive o tradicional Índice de Qualidade da Água (IQA) criado em 1970 pela *National Sanitation Foundation* (NSF). O IQANSF é determinado como o produtório ponderado da qualidade da água de nove variáveis selecionadas: Coliformes Termotolerantes (em NMP/100mL), Demanda Biológica de Oxigênio (DBO, em mg/L O₂), Fósforo Total (em mg/L), Nitratos (em mg/L), Oxigênio Dissolvido (em pontos percentuais), Potencial de Hidrogênio (pH), Sólidos Totais Dissolvidos (em mg/L), Temperatura (em °C) e Turbidez (uT). Os resultados do cálculo do IQANSF são usualmente classificados em cinco faixas de qualidade da água: Excelente, Boa, Média, Ruim e Muito Ruim, conforme apresentado na tabela 4.2.

Categoria de Resultados	IQA_{NSF}	Faixas
EXCELENTE	$100 \geq IQA \geq 90$	
BOA	$90 > IQA \geq 70$	
MÉDIA	$70 > IQA \geq 50$	
RUIM	$50 > IQA \geq 25$	
MUITO RUIM	$25 > IQA \geq 0$	

Tabela 4.2 - Faixas de qualidade da água baseadas no IQA_{NSF} .
Fonte: Inea.

As avaliações anuais mais recentes da qualidade da água realizada pela Gerência de Avaliação de Qualidade de Água (GEAG) para a Estação de Amostragem do Rio Cachoeira (Estação CC000) resultou em IQA_{NSF} médio de 51,0 e 52,0 para os anos de 2012 e 2013 respectivamente (tabela 4.3), classificando, assim, como Média a qualidade da água desse curso (fig. 4.7). A situação atual e recente da qualidade das águas do Rio Cachoeira é, portanto, bastante preocupante, chegando a ser classificada como Ruim em determinados meses, o que revela o avançado grau de degradação ambiental a que estão sujeitos esses recursos hídricos.

Localização	Estação de amostragem	Município	2012												2013												
			Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	IQA_{NSF} Média (2012)	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Rio Cachoeira	CC000					58,4	45,5					49,0	51,0	54,1	51,1	51,5	53,1	50,2									52,0

Tabela 4.3 - Resultados dos IQA_{NSF} referentes aos anos de 2012 e 2013 para a Estação de Amostragem CC000 do Inea, localizada no Rio Cachoeira. Fonte: Inea (2013).

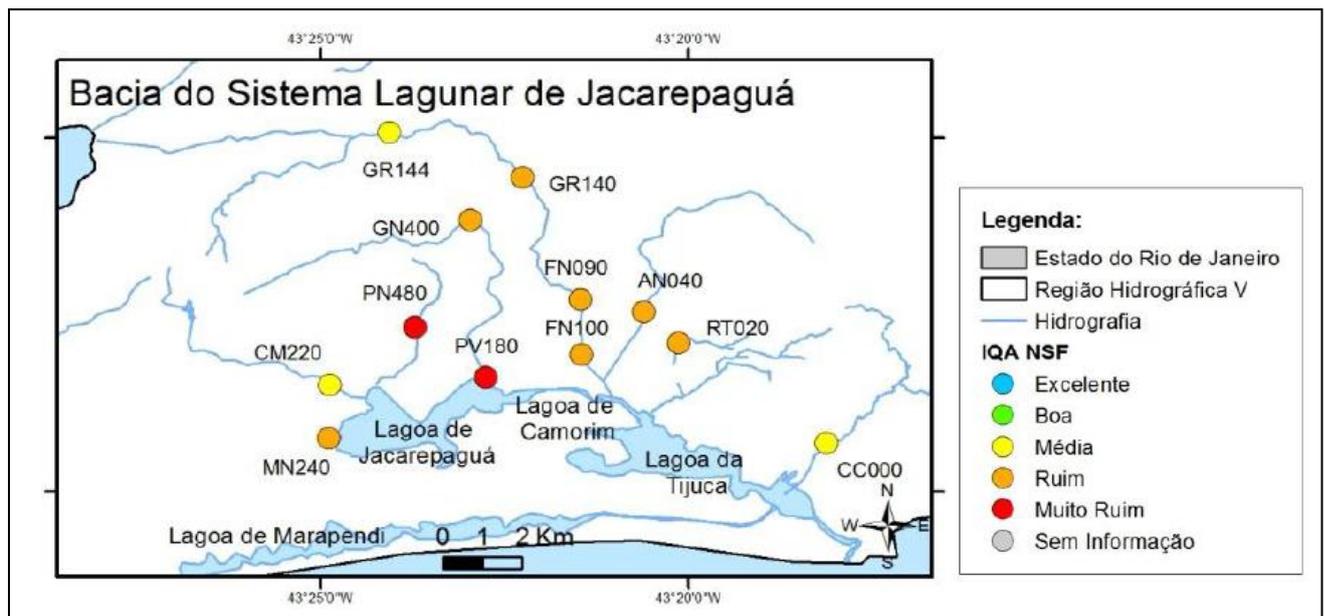


Figura 4.7 - Mapa dos IQA_{NSF} para as estações de amostragem do Inea na Região Hidrográfica do Sistema Lagunar de Jacarepaguá referentes ao ano de 2013, mostrando situação média de qualidade da água para a estação CC000, localizada no Rio Cachoeira. Fonte: Inea (2013). Datum: WGS84.

4.3 O USO DA ÁGUA NA BACIA DO RIO CACHOEIRA PELOS USUÁRIOS DA ÁGUA

A Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE) é o único usuário da água atuante na Bacia do Rio Cachoeira. Fundada oficialmente em 1º de agosto de 1975 e com sede no Município do Rio de Janeiro, a CEDAE é uma sociedade de economia mista que tem como principal acionista o Governo do Estado do Rio de Janeiro. Suas principais funções são planejar, construir e operar sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário nas áreas objeto de convênios firmados com municípios fluminenses. Atualmente, a companhia atua em 64 municípios, abastecendo cerca de 12 milhões de pessoas (CEDAE, 2014).

Os serviços realizados pela CEDAE no interior da Bacia do Cachoeira são três especificamente:

- A captação e tratamento das águas de mananciais locais para abastecimento de populações residentes na Bacia do Cachoeira e em outras áreas do Maciço da Tijuca através das Unidades de Tratamento de Água Afonso Viseu e Gávea Pequena. Essas captações atendem à áreas urbanas em cotas elevadas não atendidas pelo Sistema Guandu (IBASE, 2006);
- Monitoramento da qualidade da água distribuída por estas UTAs;

- Drenagem de esgotos domésticos através de estruturas de esgotamento sanitário.

Nossa abordagem sobre os dois primeiros serviços está baseada nas informações fornecidas pelos mais recentes relatórios anuais da CEDAE sobre as atividades das UTAs de Afonso Viseu e da Gávea Pequena referentes ao ano de 2013 (CEDAE 2013a; CEDAE 2013b). As informações sobre o serviço de esgotamento sanitário, por sua vez, foram obtidas a partir do site oficial da CEDAE na internet (CEDAE, 2014).

A fundação da UTA Afonso Viseu (fig. 4.8) remonta a 1850, data em que entrava em operação a Caixa de Recepção do Alto da Boa Vista, como era então conhecida. Nessa época, a unidade era a principal receptora dos mananciais da Floresta da Tijuca. Atualmente a UTA Afonso Viseu encontra-se em pleno funcionamento, sendo responsável por parte do abastecimento de água potável do bairro do Alto da Boa Vista. Sua operação se dá com uma vazão média de 60 litros de água por segundo, abastecendo um total de 7.911 habitantes (tabela 4.4). Sua área de influência (isto é, região por ela atendida) inclui a região do Setor Alto da Boa Vista além de outras áreas já situadas na Bacia do Rio Maracanã, vizinha a do Cachoeira. O manancial que abastece a UTA Afonso Viseu e cujas águas são por ela tratadas é o Rio Tijuca que, mais a jusante, acaba por formar o Rio Cachoeira. O Rio Tijuca possui uma extensão de 2,3 km, estando localizado, em sua maior parte, no Parque Nacional da Tijuca. Sua proteção é de responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA). Segundo a avaliação da CEDAE a qualidade da água do manancial é, de maneira geral, excelente, por se tratar de águas captadas em uma área de conservação. No processo de tratamento de água, são gastos, em média, 2.000 litros de hipoclorito de sódio por mês para a desinfecção da água.



Figura 4.8 – Unidade de Tratamento de Água Afonso Viseu. Fonte: CEDAE, 2013a.

A Unidade de Tratamento de Água da Gávea Pequena (fig. 4.9) foi inaugurada em 1876 pelo imperador D. Pedro II, sendo até hoje responsável por parte do abastecimento de água potável do bairro da Alto da Boa Vista, especificamente, no sentido Barra da Tijuca. Sua área de influência compreende os Setores Mata Machado, Maracaí, Tijuçu e Comunidade Agrícola. A Unidade de Tratamento opera com uma vazão média de 25 litros de água por segundo para abastecer uma população de 2.855 habitantes (tabela 4.4). O manancial que abastece a UTA Gávea Pequena, tendo suas águas por ela tratadas, é o Rio da Gávea Pequena. O rio está localizado no Parque Nacional da Floresta da Tijuca, originando-se no Maciço da Tijuca e desaguando no Rio Cachoeira na altura do Setor Machado. Sua preservação também é de responsabilidade da Agência Nacional de Águas. No processo de tratamento da água são gastos, mensalmente, uma média de 180 kg de cloro gasoso para a desinfecção da água na unidade. Como se trata de uma captação em uma área de conservação, a qualidade da água do manancial é avaliada pela companhia como excelente.



Figura 4.9 – Unidade de Tratamento de Água da Gávea Pequena. Fonte: CEDAE, 2013b.

Tanto na UTA Afonso Viseu como na UTA da Gávea Pequena, a CEDAE realiza o controle da qualidade da água bruta mediante a determinação, periodicidade semestral, de parâmetros físico-químicos, orgânicos, inorgânicos, bacteriológicos e hidrobiológicos, que totalizam 200 determinações por ano. Como a água dos dois mananciais que as abastecem é de boa qualidade, a pré-decantação e a desinfecção simples com cloro seriam suficientes para garantir a eliminação dos micro-organismos. Contudo, a companhia ressalta que, mesmo nessa áreas de conservação, algumas captações de água tiveram de ser desativadas por terem se tornado vulneráveis à contaminação de origem doméstica, decorrente da ocupação desordenada da região. A figura 4.10 apresenta a localização das UTAs Afonso Viseu e Gávea Pequena, bem como, suas respectivas áreas de influência.

Sistema de Abastecimento	Manancial	Área de Influência	População Abastecida
Afonso Viseu	Rio Tijuca	<ul style="list-style-type: none"> • Alto da Boa Vista • Tijuca • Usina 	7.911 hab.
Gávea Pequena	Rio Gávea Pequena	<ul style="list-style-type: none"> • Alto da Boa Vista • Barra da Tijuca 	2.855 hab.

Tabela 4.4 – Mananciais, áreas de influência e população abastecida pelos Sistemas de Abastecimento de Água Afonso Viseu e Gávea Pequena. Cortesia fornecida pela Gerência de Controle de Qualidade da Água da CEDAE (GCQ/CEDAE).

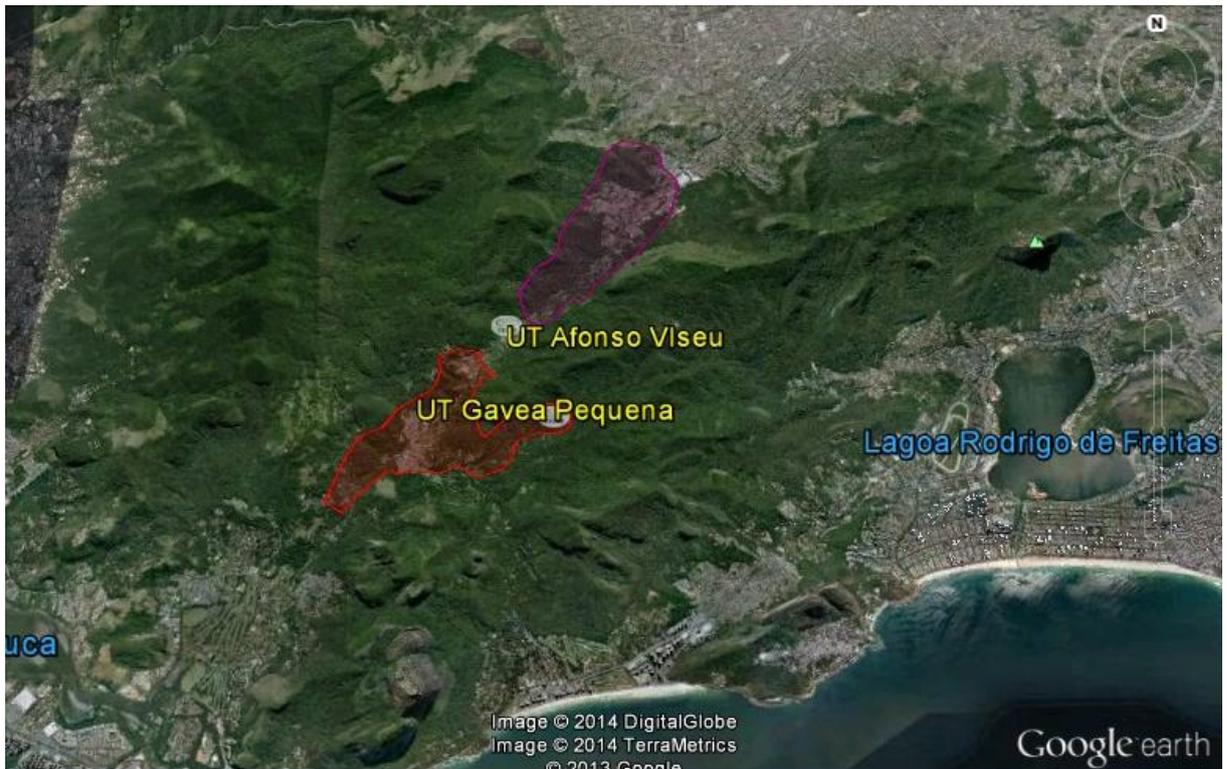


Figura 4.10 – Áreas de influência das Unidades de Tratamento: Afonso Viseu (roxo) e Gávea Pequena (vermelho). Cortesia fornecida pela Gerência de Controle de Qualidade da Água da CEDAE (GCQ/CEDAE).

O controle de qualidade da água realizado pela Gerência de Controle de Qualidade da Água da CEDAE (GCQ/CEDAE) não se resume apenas à avaliação do manancial, das etapas de produção, dos produtos químicos utilizados no tratamento e à análise da água na saída de tratamento. Inclui também o monitoramento da qualidade da água da rede de distribuição, que se dá por três formas: Coletas, Análises mensais e Análises trimestrais e semestrais. As coletas são realizadas mensalmente em determinados pontos de abastecimento (não necessariamente residenciais) cadastrados e distribuídos estrategicamente por toda extensão da rede de distribuição pertinente aos Sistemas Afonso Viseu e Gávea Pequena. Nas análises mensais das amostras coletadas são realizadas rotineiramente, determinações de cloro residual livre, pH, turbidez, cor aparente, Coliformes Totais, *Escherichia Coli* e Bactérias Heterotróficas em cumprimento à Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde. Finalmente, nas Análises trimestrais e semestrais (exigidas pela legislação para saída de tratamento, rede de distribuição do Sistema de Abastecimento e mananciais) são realizadas aproximadamente 400 determinações por ano, abrangendo parâmetros físico-químicos, inorgânicos, orgânicos e biológicos.

Além disso, são coletadas, diariamente, amostras de saída de tratamento da UTA para análises físico-químicas e, semanalmente, para análise bacteriológica. As tabelas 4.5 e 4.6 apresentam o resumo do monitoramento da qualidade da água realizado nas redes de distribuição dos Sistemas Afonso Viseu e Gávea Pequena em 2013, respectivamente.

ANO 2013	AMOSTRAS REALIZADAS PARA BACTERIOLOGIA, TURBIDEZ E CLORO	AMOSTRAS REALIZADAS PARA COR	AMOSTRAS DENTRO DO PADRÃO				
			Parâmetros Físico-Químicos			Parâmetros Bacteriológicos	
			Turbidez (< 5 UNT)	Cor Aparente (< 15 uH)	Cloro Residual Livre (0,2 a 5,0 mg/L)	Coliformes	
						Totais	E. Coli
JAN	14	9	12	6	10	6	14
FEV	14	9	14	9	12	11	14
MAR	14	9	14	9	12	10	14
ABR	14	14	14	14	6	7	14
MAI	14	14	8	11	14	9	14
JUN	14	14	14	14	14	14	14
JUL	14	14	8	10	2	11	13
AGO	14	14	13	13	13	14	14
SET	14	14	6	9	12	11	13
OUT	26	26	26	26	25	20	26
NOV	14	14	12	12	14	8	12
DEZ	14	14	6	9	7	9	14

Tabela 4.5 - Monitoramento de parâmetros da qualidade da água distribuída pelo Sistema Afonso Viseu. Fonte: CEDAE (2013a)

ANO 2013	AMOSTRAS REALIZADAS PARA BACTERIOLOGIA, TURBIDEZ E CLORO RESIDUAL	AMOSTRAS REALIZADAS PARA COR	AMOSTRAS DENTRO DO PADRÃO				
			Parâmetros Físico-Químicos			Parâmetros Bacteriológicos	
			Turbidez (< 5 UNT)	Cor Aparente (< 15 uH)	Cloro Residual Livre (0,2 a 5,0 mg/L)	Coliformes	
						Totais	E. Coli
JAN	16	10	15	9	13	15	16
FEV	14	9	14	9	9	12	14
MAR	16	10	16	10	8	8	13
ABR	16	16	16	16	7	8	15
MAI	16	16	15	15	11	13	16
JUN	16	16	16	16	8	9	16
JUL	16	16	15	16	13	14	16
AGO	16	16	16	16	11	11	16
SET	0	0	0	0	0	0	0
OUT	30	30	30	28	29	29	30
NOV	31	31	28	29	14	16	23
DEZ	14	14	13	14	14	11	13

Tabela 4.6 - Monitoramento de parâmetros da qualidade da água distribuída pelo Sistema Gávea Pequena. Fonte: CEDAE (2013b)

Além do abastecimento de populações locais e do monitoramento periódico da qualidade da água dos mananciais e da rede de abastecimento que integram os sistemas Afonso Viseu e Gávea Pequena, outro importante serviço realizado pela CEDAE na região da Bacia do Cachoeira é o de esgotamento sanitário. O serviço inclui um sistema de drenagem de esgotos sanitários, que são destinados a Estação de Tratamento de Esgotos da Barra da Tijuca (ETE Barra).

A ETE Barra foi projetada para tratamento primário, tendo como objetivo a adequação dos resíduos às condições de lançamento no mar através de emissário submarino. Sua operação permite a manutenção dos efluentes da estação dentro das condições sanitárias, impedindo, dessa forma, a propagação de doenças veiculadas pela água. Beneficia atualmente uma população de 680 mil habitantes, com previsão para cerca de 1,4 milhão. Atualmente, a estação trata de 1.400 litros de esgotos por segundo, mas possui capacidade para tratar até 5.300, volume suficiente para atender o desenvolvimento urbano da região nas próximas décadas, segundo a CEDAE. O sistema comporta o Emissário Submarino da Barra da Tijuca, que recebe o esgoto tratado na ETE Barra e o lança no mar a cerca de 5,2 km de distância do litoral e a uma profundidade de 45 m, através de difusores especialmente projetados para as condições marinhas locais de modo a não causar impactos ambientais na zona de balneabilidade.

4.4 O SUBCOMITÊ DE BACIA DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BAÍA DE GUANABARA - SISTEMA LAGUNAR DE JACAREPAGUÁ

A Bacia do Rio Cachoeira está incluída na área sob gestão do Subcomitê de Bacia Hidrográfica do Sistema Lagunar de Jacarepaguá, integrante do Comitê de Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara. Criado em outubro de 2011, o Subcomitê do Sistema Lagunar de Jacarepaguá é a entidade responsável pela gestão das águas da Região hidrográfica da Baixada de Jacarepaguá.

A região hidrográfica da Baixada de Jacarepaguá é um ambiente costeiro formado por uma planície litorânea situada na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro (figura 4.11). A Sub-região hidrográfica é limitada pelas encostas atlânticas do Maciço da Pedra Branca, a oeste, pelo Maciço da Tijuca, a leste, pelas Lagoas de Marapendi, Lagoinhas (ou Taxas), Jacarepaguá, Camorim e Tijuca, ao sul, e pela Serra do Valqueire, ao norte. A linha limite ao sul é a linha costeira que segue do Canal da Visconde de Albuquerque até a Ponta de Grumari. Estas lagoas formaram-se após um processo de assoreamento marítimo que resultou na restinga onde se situa a Região da Barra da Tijuca. Segundo dados divulgados pelo Comitê de Bacia da Baía de Guanabara em seu site oficial (CBH-BG, 2014), o Complexo Lagunar de Jacarepaguá possui uma área de, aproximadamente, 13,24 km². A lagoa de Jacarepaguá é a mais interiorizada do conjunto, possuindo uma área de 4,07 km². Camorim comporta-se como um canal de ligação entre as lagoas da Tijuca, a leste e de Jacarepaguá, a oeste, apresentando uma área lagunar de 0,80 km². Desse conjunto, a lagoa da Tijuca, onde deságua o Rio Cachoeira, é a maior com 4,34 km² e a Lagoinha (ou Taxas), a menor, com 0,70 km². A Região Lagunar de Jacarepaguá é formada pelos rios Guerenguê e Passarinhos provenientes do Maciço da Pedra Branca e pelos rios Pedras, Anil e Cachoeira oriundos do Maciço da Tijuca.



Figura 4.11 – Localização da Sub-região hidrográfica da Baixada de Jacarepaguá na Região Hidrográfica da Baía de Guanabara. Fonte: CBH-BG (2014).

O Subcomitê do Sistema Lagunar de Jacarepaguá conta com a participação de representantes do Poder Público, dos Usuários da Água e da Sociedade Civil Organizada (tabela 4.7), visando o uso sustentável dos recursos hídricos, quanto aos aspectos de quantidade e qualidade das águas das Lagoas da Barra e Jacarepaguá e dos seus rios tributários. Tem como principais objetivos:

- Promover o debate das questões relacionadas aos recursos hídricos, inclusive nas Unidades de Conservação existentes na região;
- Encaminhar ao Comitê da Baía de Guanabara propostas que incluam ações de mobilização e educação ambiental, de saneamento e a implantação dos usos múltiplos no Sistema Lagunar de Jacarepaguá, destacando-se o transporte hidroviário público, a pesca, o lazer, e a consequente melhoria da qualidade ambiental e qualidade de vida da população;
- Acompanhar junto ao Poder Público, as obras de potencial impacto ambiental a serem realizadas nas lagoas e no seu entorno;

	USUÁRIO		SOCIEDADE CIVIL		PODER PÚBLICO	
Setor Saneamento	Titular	CEDAE	Titular	CÂMARA COMUNITÁRIA DA BARRA	Estado	Titular INEA
	Suplente	RIOÁGUAS	Suplente	AMORIO2		Suplente Pedra Branca
Setor Indústria	Titular	ACIJA	Titular	SENTINELA AMBIENTAL	Estado	Titular
	Suplente	RJ REFRESCO	Suplente	BARRALERTA		Suplente
	Titular	ACIBARRA	Titular	ABES	Estado	Titular
	Suplente	ACIR	Suplente	ASSAPE		Suplente
Setor de Comércio e Serviços	Titular	ADEMI	Titular	TERRA AZUL	Município	Titular SMAC
	Suplente		Suplente	ALTO ASTRAL		Suplente SUBPREFEITURA DA BARRA
Setor Pesca, Turismo, Lazer, outros Usos Não Consuntivos	Titular	APREBAN	Titular	LAGOA VIVA	Município	Titular FPJ
	Suplente	APESBAGUA	Suplente	Q PRAIA		Suplente SMEL
	Titular	SOCIMA	Titular	AMAR	Município	Titular UC BOSQUE DA BARRA
	Suplente	A.M. Pescadores Arroio Pavuna	Suplente	Ecomarapendi		Suplente UC PARQUE CHICO MENDES
	Titular	CHALANAS	Titular	RIOAMBIENTAL	Federal	Titular FIOCRUZ- ENSP
	Suplente	ECOGOLF	Suplente	AMASCO		Suplente

Tabela 4.7 – Composição atual do Subcomitê do Sistema Lagunar de Jacarepaguá, com destaque para os representantes dos Usuários, Sociedade Civil e do Poder Público atuantes na Bacia do Cachoeira. Fonte: CBH-BG (2013).

O Subcomitê do Sistema Lagunar de Jacarepaguá é regido pelo fundamento participativo o que significa que as sugestões de qualquer cidadão com relação à melhoria da qualidade ambiental dos recursos hídricos devem ser consideradas como da maior importância, sendo direcionadas através de organizações civis às instituições que ocupem vaga dentro do Setor da Sociedade Civil na estrutura institucional do Subcomitê.

Como se pode observar na Tabela 4.7, a participação de representantes atuantes na Bacia do Cachoeira ainda é bastante diminuta na composição do Subcomitê do Sistema Lagunar de Jacarepaguá, não havendo nenhum representante da Sociedade Civil residente na bacia. Esse desvínculo do Subcomitê com a população da Bacia do Cachoeira é evidenciado nas próprias reuniões já realizadas pela entidade: a Bacia do Cachoeira não é mencionada em nenhuma das atas de reunião publicadas pelo Subcomitê em seu site oficial.

O Instituto Terrazul, Entidade Civil Sem Fins Lucrativos integrante do Subcomitê e com sede na Ilha da Gigóia, já teve atuação na Bacia do Cachoeira no período de 2005 a 2010, durante o desenvolvimento do projeto "Água em Unidades de Conservação", ocasião em que foram realizados trabalhos de monitoramento da qualidade da água e de educação ambiental no Parque Nacional da Tijuca e seu entorno. O projeto teve como objetivo proteger os mananciais de água do Maciço da Tijuca para melhorar a qualidade e conscientizar visitantes do Parque Nacional da Tijuca e a população que mora nos arredores do mesmo sobre a importância, o valor e a necessidade de conservação dos recursos hídricos (INSTITUTO TERRAZUL, 2014).

4.5 A GESTÃO DAS ÁGUAS NO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA

O Parque Nacional da Tijuca (PNT), Unidade de Conservação (UC) criada em 6 de julho de 1961 e atualmente subordinada ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), localiza-se na região do Maciço da Tijuca, ocupando significativa área da Bacia do Cachoeira (fig. 4.12). Possui 3.953 ha de área dividindo-se em quatro setores: Floresta da Tijuca, Serra da Carioca, Pedra Bonita/Pedra da Gávea e Pretos Forros/Covanca, sendo os três primeiros parcialmente presentes no interior de nossa área de estudo. Compreende a Floresta da Tijuca, fragmento do bioma da Mata Atlântica, e é parte integrante da Reserva da Biosfera no Rio de Janeiro. É atualmente o parque nacional mais visitado do Brasil, recebendo mais de 2 milhões de visitantes por ano (PNT, 2014).

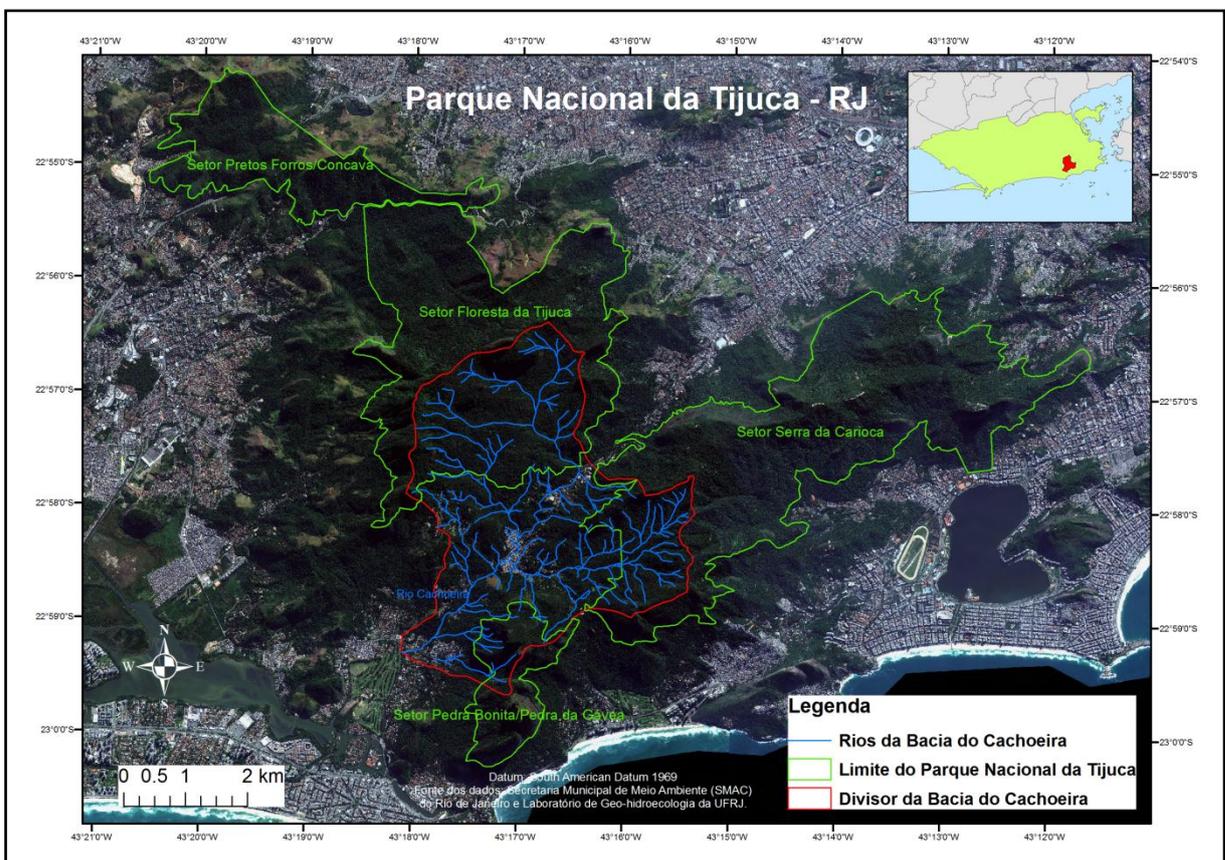


Figura 4.12 - Parque Nacional da Tijuca (PNT).

Desde que a disponibilidade das águas fornecidas pelos mananciais do Parque Nacional da Tijuca, torna-se objeto de regulação, todas as intervenções em seus recursos hídricos se tornam passíveis de controle, visando-se promover o equilíbrio entre as diferentes demandas e a responsabilidade na gestão da sustentabilidade das sub-bacias dessa Unidade de Conservação. Na complexa dinâmica social do entorno do PNT, conflitos

e disputas políticas e econômicas podem fragilizar a construção e a continuidade de parcerias efetivas entre usuários e provedores dos recursos hídricos disponibilizados. Nesse cenário, uma gestão compartilhada e democrática necessita de uma identificação eficiente das relações que compõem essa dinâmica social, de maneira a orientar os esforços conjuntos dos agentes, públicos e privados, mobilizados nas ações continuadas e coordenadas para a gestão sustentável dos mananciais do PNT. Para avaliar e promover a ordenação e regularização dos usos é necessário, portanto, reconhecer os usuários-beneficiários desses recursos (entendendo-se aqui o conceito de "usuário" em seu sentido lato). Segundo o IBASE (2006), as demandas sociais e responsabilidades institucionais expressam os interesses de quatro grupos sociais específicos: a CEDAE, as Comunidades que habitam o entorno do PNT (das quais trataremos em maior detalhe no capítulo 6), as Comunidades que habitam o interior do PNT e os Visitantes do PNT (tabela 4.8).

USUÁRIOS	TIPOS DE USO
Cedae	Empresa pública responsável pela captação e distribuição de água captada no PNT
Comunidades que habitam o entorno do PNT	Formas de acesso à água por meio de sistemas informais de captação
Comunidades que habitam no interior do PNT	Formas de acesso à água por meio de sistemas informais de captação
Visitantes do PNT	Formas de uso recreativo e contemplativo

Tabela 4.8 - Grupos sociais beneficiários dos recursos hídricos do Parque Nacional da Tijuca e seus respectivos tipos de uso da água. Fonte: IBASE (2006).

Os visitantes do PNT são um importante componente associado a formas de uso principalmente recreativo e contemplativo da água nesta Unidade de Conservação. O reconhecimento de suas diferentes formas de percepção dos recursos hídricos, bem como, seus interesses, atividades e valores associados ao uso da água, permite ampliar a capacidade institucional de controle sobre os impactos do uso público do parque. Sob essa orientação, o PNT vem promovendo debates com diversas entidades e movimentos religiosos para criar alternativas de mediação entre as demandas de devotos das religiões de natureza e da gestão ambiental de UC de proteção integral (IBASE, 2006). Nessa perspectiva, são consideradas prioritárias as ações de conservação dos mananciais, para a garantia da qualidade da água e da integridade da paisagem de rios, cachoeiras e matas

ciliares, de maneira a ampliar a discussão sobre o uso dos recursos hídricos e sua relação com práticas religiosas sustentáveis.

O PNT vem desenvolvendo avanços significativos na formulação de um mecanismo de gestão social de seus recursos hídricos. Algumas ações dirigidas para a consolidação da gestão das águas do PNT são apontadas pelo IBASE (2006) como envolvendo:

- A Elaboração de bases técnicas para definição de critérios de aplicação dos recursos advindos da cobrança pelo uso direto dos recursos hídricos do PNT pela CEDAE;
- A realização de avaliações para o monitoramento dos conflitos de uso no interior da UC e no seu entorno, visando assegurar níveis de qualidade de água compatíveis com seus usos e com os objetivos da unidade;
- A capacitação do conselho técnico e do conselho consultivo do PNT, para promover uma gestão ambiental articulada à gestão social e participativa dos recursos hídricos da unidade;
- A criação e difusão de uma cultura de gestão dos recursos hídricos integrada aos objetivos de conservação da diversidade biológica.

No amplo e diverso contexto socioambiental da gestão das águas no PNT, assimetrias quanto à disponibilidade de informação, tensões entre saberes locais e técnicos, entre perspectivas conservacionistas e socioeconômicas devem ser identificadas e enfrentadas. Nesse sentido, pode-se entender a gestão social sustentável como um processo de ações e medidas responsáveis e continuadas, por parte das instituições públicas e das diversas institucionalidades envolvidas em programas e processos participativos, a fim de se garantir o compartilhamento equitativo dos benefícios ambientais fornecidos pela UC. O Conselho Consultivo do PNT, do qual o Laboratório de Geo-Hidroecologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (GEOHECO-UFRJ) já fez parte, tem o papel de apoiar e promover iniciativas sustentáveis para a gestão dos recursos hídricos. A definição das medidas institucionais necessárias à implementação da cobrança pelo uso da água é prevista nos artigos 47 e 48 do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Snuc), que reconhecem as seguintes atribuições do Conselho Consultivo do PNT:

- I – promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;*
- II – arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;*
- III – aprovar o Plano de Manejo da Unidade no que concerne à gestão de recursos hídricos;*

IV – acompanhar a execução do Plano de Manejo no que concerne à gestão de recursos hídricos e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;

V – propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes;

VI – estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados.

Vê-se, portanto, que além das ações promovidas pelos órgãos ambientais - o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e a Agência Nacional de Águas (ANA), no caso da PNT - uma diversidade de outros agentes sociais integram o processo de gestão. Na perspectiva integrada e participativa da gestão ambiental, legitimidade, participação, direção, desempenho, responsabilidade e equidade constituem princípios básicos para uma efetiva governabilidade da gestão das águas do PNT e de outras áreas protegidas.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento da pesquisa compreendeu as seguintes atividades:

- Realização de pesquisas de campo na área de estudo;
- Levantamentos de dados oficiais relacionados aos indicadores de uso da água considerados;
- Sistematização dos dados com vistas à obtenção do banco de dados geográficos da pesquisa;
- Mapeamento e compilação estatística dos dados para cada indicador considerado, com base em Sistema de Informações Geográficas (SIG); e
- Análise espacial das informações geográficas obtidas na fase de mapeamento.

Como resultado obteve-se uma variedade de gráficos e mapas, os quais são devidamente interpretados e avaliados na análise geográfica aqui pretendida e que é objeto de estudo do próximo capítulo. As etapas acima citadas foram precedidas por uma fase preliminar de montagem da base cartográfica que, juntamente com a base teórico-conceitual discutida nos capítulos 2 e 3, serviu de ponto de partida para a realização dos trabalhos de campo e demais procedimentos metodológicos.

Nossa base cartográfica é formada por um conjunto de dados geográficos adequados ao armazenamento, tratamento, mapeamento e análise espacial em ambiente SIG, todos relacionados à região da Bacia hidrográfica do Rio Cachoeira. Compreende dados de curvas de nível (IPP, 2013), limite do divisor topográfico (ARAUJO, 2013), hidrografia (SMAC, 2000), rodovias (IPP, 2013), limites de bairros (IPP, 2013), limite de setores censitários (IBGE, 2013), limites do Parque Nacional da Tijuca (PNT, 2013), imagens de satélite (SMAC/PCRJ, 2000), classes de uso e cobertura do solo (DIAS, 2011), além dos Setores de Pesquisa referidos na seção 4.1. Os polígonos referentes aos seis setores de pesquisa considerados foram delimitados mediante procedimentos de edição vetorial baseada em SIG, após a identificação, via fotointerpretação, de suas feições de ocupação formal e informal do solo correspondentes. A delimitação tomou por base imagens de satélite da área de estudo fornecidas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro (SMAC/PCRJ).

5.1 LEVANTAMENTO DOS DADOS E PESQUISAS DE CAMPO

A primeira atividade da pesquisa compreendeu dois procedimentos paralelos de levantamento de dados: a realização de trabalhos de campo nos setores de pesquisa para o levantamento de dados primários e a consulta de dados oficiais.

O levantamento de dados primários se deu pela realização de trabalhos de campo periódicos nos seis setores de pesquisa selecionados, realizados em um período de nove meses (de maio de 2013 a fevereiro de 2014). Neles foram obtidas informações acerca do uso da água na bacia fornecidas por moradores locais mediante a realização de entrevistas semi-estruturadas auxiliadas pela aplicação de um questionário. Também foram entrevistados, em número menor, comerciantes e representantes de estabelecimentos públicos (escolas, por exemplo).

Na entrevista semi-estruturada, o investigador tem uma lista de questões ou tópicos para serem preenchidos ou respondidos, como se fosse um guia. Esse tipo de entrevista apresenta relativa flexibilidade, pois as questões não precisam seguir a ordem prevista no guia ou modelo de questionário, podendo ser formuladas novas questões no decorrer do diálogo (MATTOS, 2005), embora, geralmente, a entrevista tenda a seguir o que foi planejado. Dentre as principais vantagens das entrevistas semi-estruturadas podem-se destacar: a possibilidade de acesso a informação além do que se listou inicialmente; o fácil esclarecimento de muitos aspectos da entrevista; geração de pontos de vista, orientações e hipóteses, que podem auxiliar o aprofundamento da investigação; além da possibilidade de se definir novas estratégias e outros instrumentos de investigação (TOMAR, 2007).

Cada morador (ou comerciante ou representante de estabelecimento público) foi entrevistado em sua respectiva residência (ou estabelecimento comercial ou estabelecimento público), o que possibilitou o georreferenciamento dos dados para cada domicílio por GPS. No georreferenciamento dos domicílios foi utilizado um receptor GPS de navegação com acurácia de 3 metros. O método de obtenção das coordenadas adotado foi o de posicionamento absoluto, mais rápido e convencional, em que se utiliza apenas um receptor GPS para a realização de leituras simples e diretas, isoladamente (FITZ, 2008).

As entrevistas semi-estruturadas se deram de forma a delinear uma amostra de dados que fosse representativa e proporcional à concentração populacional presente em cada setor. Dessa forma, nos setores mais populosos foi feito um maior número de entrevistas, visando-se obter amostras maiores e mais representativas e levando-se sempre em conta eventuais dificuldades de acesso aos logradouros e a disponibilidade dos residentes para participar da pesquisa. A amostra total da pesquisa para toda a bacia (isto é, considerando-se todos os setores de pesquisa visitados) contemplou ao todo 227 domicílios,

alcançando 994 habitantes. O questionário utilizado nas entrevistas semi-estruturadas feitas durante os trabalhos de campo em cada setor contempla um total de nove questões pertinentes aos indicadores de saneamento básico, uso múltiplo da água e conflitos por água. Seu modelo e a relação de cada uma de suas questões com os indicadores adotados (tabela 5.1) são apresentados a seguir.



**QUESTIONÁRIO - GESTÃO DA ÁGUA NA BACIA DO RIO CACHOEIRA
PESQUISA - FELIPPE SILVA - GEOHECO-UFRJ**

Nº do questionário: _____ Data: ____/____/____

Entrevistador: _____

Nome do entrevistado: _____

Endereço da propriedade: _____

Setor: _____ Coordenadas: _____, _____, _____

Tipo de estabelecimento: () Residencial () Comercial () Industrial

() Agropecuário () Público () Outro: _____

1. Quantas pessoas moram na residência? _____

2. Que tipo de água utiliza?

() Poço () Córrego () Nascente () Abastecimento público

3. A água utilizada é considerada de boa qualidade?

() Sim () Não () Qualidade intermediária

Se não, qual é o maior problema? _____

4. Há problema de falta de água no abastecimento? Se sim, com que frequência?

() Não () Sim, eventualmente () Sim, muito frequente

5. O estabelecimento tem fossa? () Sim () Não Para onde vai o esgoto? _____

6. Há outras formas de uso da água? () Sim () Não

Se sim, qual?

() recreação () pesca () recepção de efluentes () irrigação

() outra: _____

7. Há alguma acessoria da Prefeitura ou Estado com relação ao uso da água?

() Sim () Não Se sim, qual? _____

8. Há algum conflito ou reclamação entre moradores envolvendo o uso da água?

() Sim () Não Se sim, qual? _____

9. Há algum problema na quantidade ou qualidade da água devido à outros usos (usuários)?

() Sim () Não Se sim, qual? _____

10. Observações:

Base técnico-científica	Indicador de Uso da Água	Questão / item do questionário
Uso da Água no Saneamento Básico	Tipo de abastecimento hídrico (% da amostra de domicílios para cada tipo)	Questão 2
	Qualidade da água usada no Abastecimento (% da amostra de domicílios para cada tipo)	Questão 3
	Escassez quantitativa de água no abastecimento (% da amostra de domicílios para cada tipo)	Questão 4
	Forma de destinação do esgoto (% da amostra de domicílios para cada tipo)	Questão 5
Uso Múltiplo da Água	Tipo de Uso da Água (% da amostra de domicílios para cada tipo)	Questão 6
Conflitos por Água	Conflitos por água Sociedade Civil x Poder Público (% da amostra de domicílios envolvida no total casos)	Questão 7
	Conflitos por água entre moradores (% da amostra de domicílios envolvida no total casos)	Questão 8
	Conflitos por água Sociedade Civil x Usuário (% da amostra de domicílios envolvida no total casos)	Questão 9
Informações complementares	-	Questão 1 e item 10

Tabela 5.1 - Relação das questões/itens do questionário aplicado nas entrevistas semi-estruturadas com os indicadores de uso da água adotados e seus respectivos conceitos básicos (bases técnico-científicas).

Paralelamente aos trabalhos de campo conduziu-se também ao levantamento de dados secundários através da consulta aos bancos de dados de importantes instituições de pesquisa, principalmente o do Censo 2010 do IBGE, do Instituto Estadual do Meio Ambiente (Inea), e da Gerência de Controle e Qualidade da Água da Companhia Estadual de Águas e Esgotos (GCQ/CEDAE). Tais dados representam importantes subsídios à complementação da análise espacial dos dados primários levantados em campo.

5.2 ELABORAÇÃO DO BANCO DE DADOS

Os trabalhos de campo foram seguidos pela sistematização computacional dos dados primários com vistas à construção do banco de dados da pesquisa, base das etapas subsequentes de mapeamento e análise espacial.

Esta atividade consistiu na tabulação digital dos dados obtidos em cada questionário com o recurso de um editor de planilha (*Microsoft Office Excel 14.0*) e de um software de geoprocessamento (*ArcGIS 10.1*). Os códigos identificadores e as coordenadas de cada questionário foram inseridos no sistema gerencial de banco de dados relacional do SIG adotado, ao passo que os demais dados alfanuméricos foram organizados em uma planilha em que cada coluna correspondia a uma das questões do questionário, cada linha correspondia a um dado questionário (designado por um código identificador), e cada célula correspondia às respostas obtidas para cada pergunta em cada questionário.

Posteriormente, os dados registrados nos dois referidos softwares foram todos integrados em ambiente SIG mediante junção espacial (*spatial join*), operação fundamental em banco de dados geográficos usada para combinar o conteúdo de duas tabelas com base em uma chave-comum: a localização geográfica (LONGLEY et al, 2013). Esse procedimento resultou na conformação do banco de dados da pesquisa.

5.3 TRATAMENTO ESTATÍSTICO E MAPEAMENTO DOS INDICADORES

O banco de dados da pesquisa tornou possível o tratamento estatístico e o mapeamento dos dados para cada indicador. A amostragem construída durante os trabalhos de campo é a do tipo aleatória simples, na qual qualquer subconjunto da população (com o mesmo número de indivíduos) tem a mesma probabilidade de fazer parte da amostra, e cada indivíduo pertencente à população possui, também, a mesma probabilidade de pertencer ao conjunto amostral (ANDRIOTTI, 2003). Como resultado da sistematização

estatística dos dados foram obtidos uma série de gráficos de setores, os quais, juntamente com seus mapas correspondentes, são peças fundamentais da etapa de análise espacial.

O mapeamento dos dados para cada indicador, realizado com base em SIG, considerou dois níveis de escala: mapas no recorte espacial do setor de pesquisa (escalas em torno de 1:3.000 e 1:5.000), utilizados nas análises mais pormenorizadas dos padrões espaciais apresentados pelos domicílios para cada indicador; e mapas no recorte espacial da bacia como um todo (escala de 1: 35.000), englobando, portanto, todos os setores de pesquisa. O referencial geodésico que serviu de base aos mapeamentos foi o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000) e a projeção cartográfica adotada foi a Universal Transversa de Mercator (UTM) para o fuso 23 Sul.

O mapeamento a nível de setor de pesquisa considerou a localização de cada domicílio visitado em campo, modelando-os pela primitiva geométrica vetorial *ponto 2D*, que consiste em um objeto que possui atributos descritivos e uma localização bidimensional singular (x, y) pertencente à região em estudo (CÂMARA et al, 2001). O mapeamento realizado a nível da bacia, por sua vez, considerou os dados de atributo como agregados apenas aos polígonos representativos dos setores de pesquisa.

Os indicadores adotados, todos estatisticamente descritos em termos de pontos percentuais para cada classe em relação à amostra de domicílios no recorte espacial considerado, foram os seguintes: *Tipo de abastecimento hídrico* (classes: abastecimento público regular, abastecimento público irregular, nascente, poço e formas mistas), *Escassez quantitativa de água no abastecimento público* (classes: não há falta d'água, ocorrência eventual de falta d'água, ocorrência muito frequente de falta d'água), *Qualidade da água no abastecimento público* (classes: ruim, intermediária, boa), *Forma de destinação do esgoto* (classes: fossa séptica, rede geral de esgotamento sanitário), *Tipo de uso da água* (classes: doméstico, pesca, recreação, recepção de efluentes, irrigação, entre outras), *Conflitos pelo uso da água* (classes: conflitos entre moradores, conflitos entre sociedade civil e usuários, conflitos entre sociedade civil e Poder Público).

5.4 ANÁLISE ESPACIAL

A última atividade da pesquisa diz respeito à análise espacial propriamente dita de todos os dados relativos aos indicadores adotados, primeiramente ao nível de cada setor de pesquisa isoladamente, e, em seguida, ao nível da bacia como um todo. Uma ferramenta de Estatística Espacial muito usada em análise espacial de dados geográficos e cuja aplicação nos pareceu bastante oportuna para facilitar a visualização de padrões espaciais na análise de alguns casos ao nível dos setores de pesquisa, é a estimação Kernel.

A função Kernel (*Kernel Estimation*) é um estimador de densidade espacial de eventos pontuais. É uma alternativa simples para analisar o comportamento de padrões de pontos, a partir da estimativa da intensidade pontual do processo em toda a região de estudo. Para isso, pode-se ajustar uma função bi-dimensional sobre os eventos considerados, compondo uma superfície cujo valor será proporcional à intensidade de amostras por unidade de área. Esta função realiza uma contagem de todos os pontos dentro de uma área de influência, ponderando-os pela distância de cada um à localização de interesse (fig. 5.1) (CÂMARA e CARVALHO, 2002). Na estimativa de densidade, cada ponto é substituído pela função Kernel e as várias funções Kernel são reunidas para se obter uma superfície agregada correspondente à um campo contínuo de densidades (LONGLEY et al., 2013).

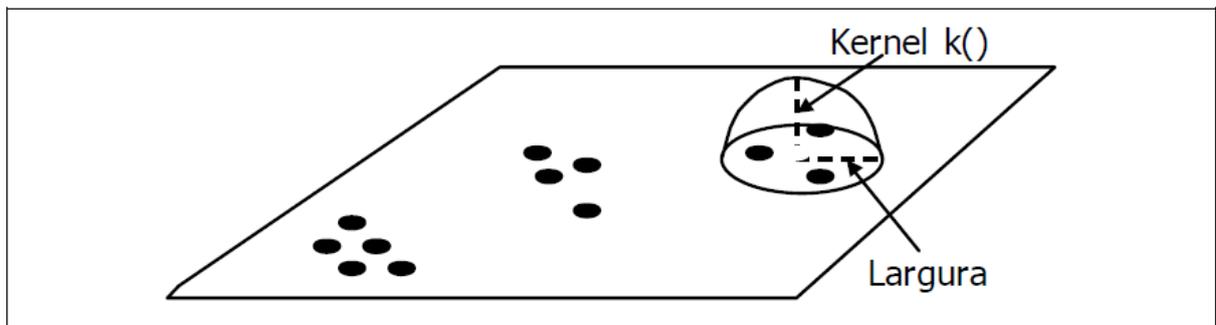


Figura 5.1 - Estimador de intensidade de distribuição de pontos. Fonte: Câmara e Carvalho (2002)

Sendo uma contagem por unidade de área, a estimativa de densidade cria um campo contínuo, a partir de objetos discretos. O estimador Kernel é formado por dois parâmetros básicos:

- Um *raio de influência* que define a vizinhança do ponto a ser interpolado e controla o "alisamento" da superfície gerada. O raio de influência define a área centrada no ponto de estimação que indica quantos eventos contribuem para a estimativa da função de intensidade (CÂMARA e CARVALHO, 2002). Por meio de ferramentas de análise espacial típicas de SIGs, pode-se gerar distribuições com qualquer valor deste parâmetro, e elas se tornam mais achatadas e espalhadas à medida em que aumenta o valor da distância a ele associada (LONGLEY et al., 2013).
- Uma *função de estimação* com propriedades de suavização do fenômeno.

O estimador de intensidade Kernel é uma ferramenta muito útil para nos fornecer uma visão geral de primeira ordem dos eventos, proporcionando fácil uso e interpretação. A seguir são apresentados e discutidos os resultados de nossa análise espacial.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES: O USO DA ÁGUA NA BACIA DO RIO CACHOEIRA PELA SOCIEDADE CIVIL

A análise espacial dos indicadores de gestão relativos ao uso da água promovido pela população residente na Bacia do Cachoeira é feita primeiramente para cada setor de pesquisa selecionado e, posteriormente, para toda a bacia, considerando-se todos os seis setores envolvidos. Cada setor possui um número maior ou menor de indicadores que não foram representados por mapas, pois em alguns casos sua ocorrência não se mostrou suficientemente significativa para fins de mapeamento. A abordagem se segue de acordo com a ordem cronológica de visitação dos setores de pesquisa durante a etapa do levantamento de dados nos trabalhos de campo. O mapa com a localização de todos os domicílios visitados é apresentado abaixo (fig. 6.1).

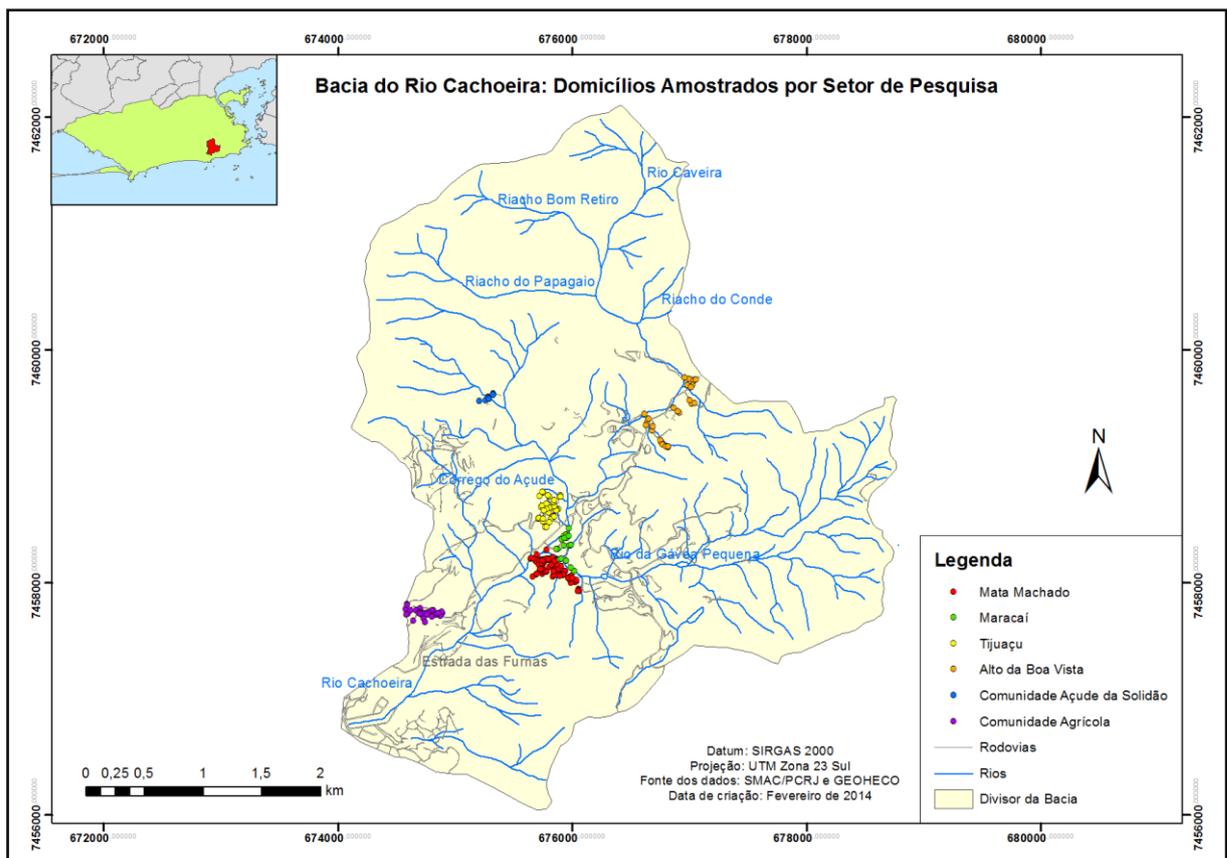


Figura 6.1 – Mapa dos domicílios visitados em cada Setor de Pesquisa na Bacia do Cachoeira.

6.1 SETOR MATA MACHADO

Os dados de abastecimento de água e esgotamento sanitário para o Setor Mata Machado revelaram importantes informações e tendências que merecem ser destacadas. O abastecimento hídrico do Mata Machado é caracterizado pela ocorrência de tipos bastante diversificados de captação da água relacionados à padrões espaciais significativos. Os tipos de abastecimento predominantes são, em primeiro lugar, o *Abastecimento público irregular* (popularmente designado como "gato" ou "onça") verificado em 42% dos casos, seguido pelo abastecimento a partir da captação de águas de *Nascentes*, em 40% (fig. 6.2). O abastecimento por poços é minoritário, representando apenas 6% das ocorrências. Além do abastecimento irregular, nascente e poço, foram identificadas também, em menor número, *formas mistas*, combinando as três formas de abastecimento citadas. Destas, a combinação *Abastecimento público irregular e poço*, representou a maioria das ocorrências, com 6%, seguida de *Nascente e Poço* e *Abastecimento irregular e Poço* (ambas com 2%) e *Abastecimento irregular, Nascente e Poço* (1%). O *Abastecimento público regular* é praticamente inexistente na comunidade (1%), atendendo apenas às repartições públicas existentes: a Escola Municipal Mata Machado, a Creche Municipal Mata Machado e o Berçário Comunitário.

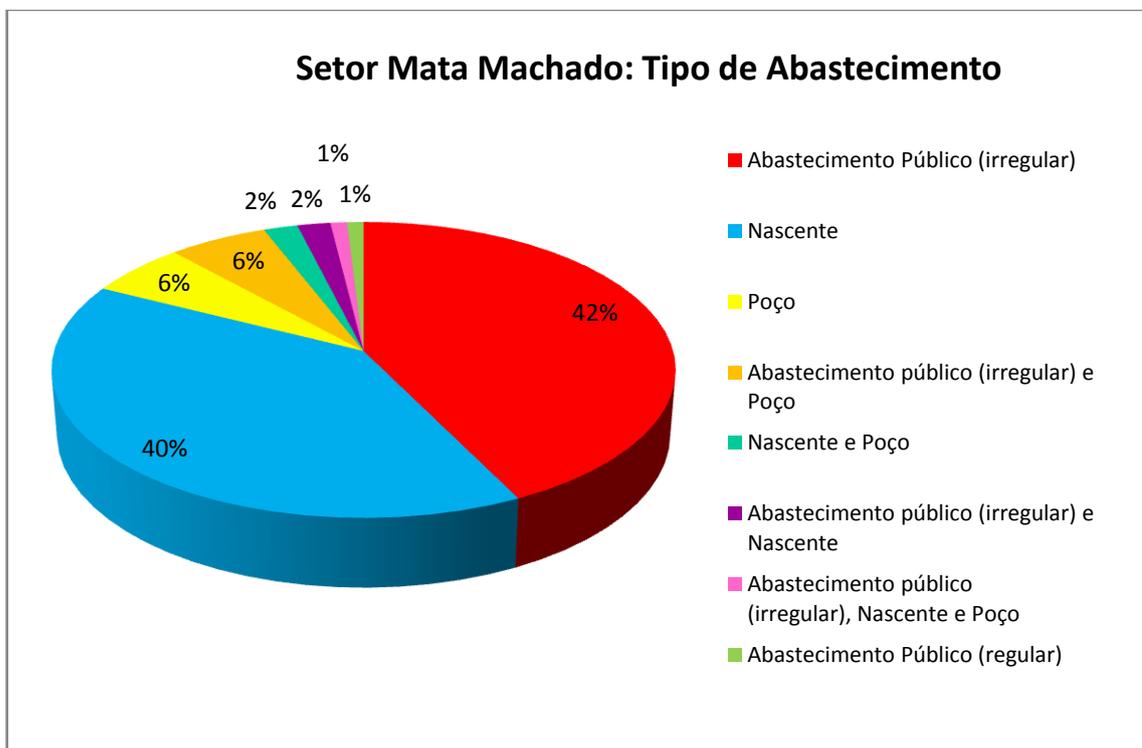


Figura 6.2 - Gráfico dos percentuais para cada tipo de abastecimento hídrico existente no Setor Mata Machado.

Observando-se o mapa da figura 6.3, pode-se perceber que os tipos de abastecimento de água se distribuem por áreas bastante características no interior do Setor. Os domicílios com abastecimento público irregular tendem a se distribuir, sobretudo, nas áreas mais planas situadas nas porções noroeste e central da comunidade. Por outro lado, há uma clara tendência de distribuição dos domicílios abastecidos por nascente nas porções Sul e Sudeste do território, exatamente nas áreas de maior altitude. O contraste entre as tendências de distribuição de ambos os tipos de abastecimento predominantes é, portanto, bastante nítido, havendo uma forte relação com a altitude. Mesmo os poucos domicílios abastecidos por nascente existentes na área de predominância de abastecimento irregular estão situados nas poucas localidades mais elevadas desta região. O padrão de distribuição espacial das ocorrências de abastecimento por poço e formas mistas, por sua vez, é menos evidente, dada a sua condição minoritária e notoriamente mais dispersa. Porém, ele tende a se concentrar justamente na faixa de transição entre as áreas de predominância do abastecimento irregular e as de predominância do abastecimento por nascente (principalmente no entorno da Praça Dr. Machado Costa). Esses padrões espaciais característicos do *Abastecimento Irregular*, por *Nascente*, e *Poço-Formas Mistas* são evidenciados nos mapas das figuras 6.4, 6.5 e 6.6, que apresentam as estimativas Kernel para cada tipo.

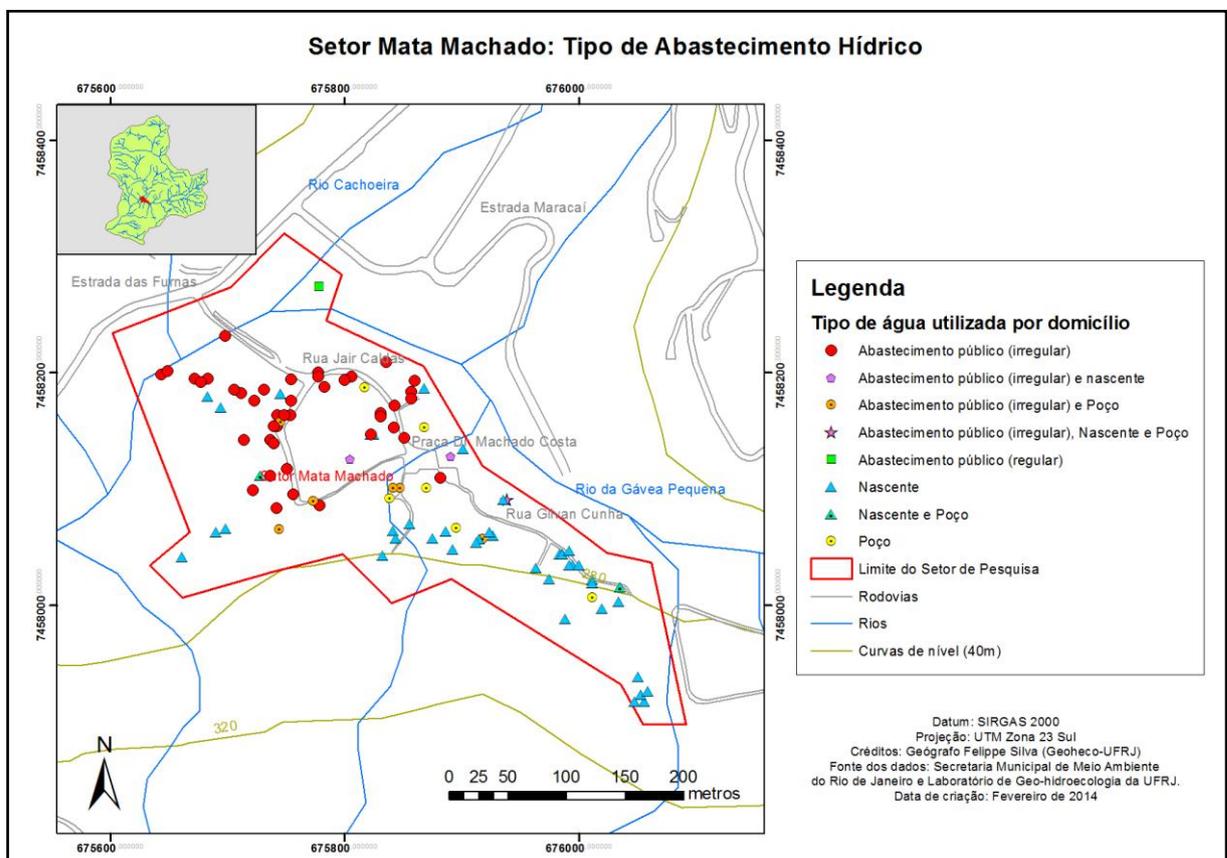


Figura 6.3 - Mapa dos tipos de abastecimento hídrico por domicílio no Setor Mata Machado.

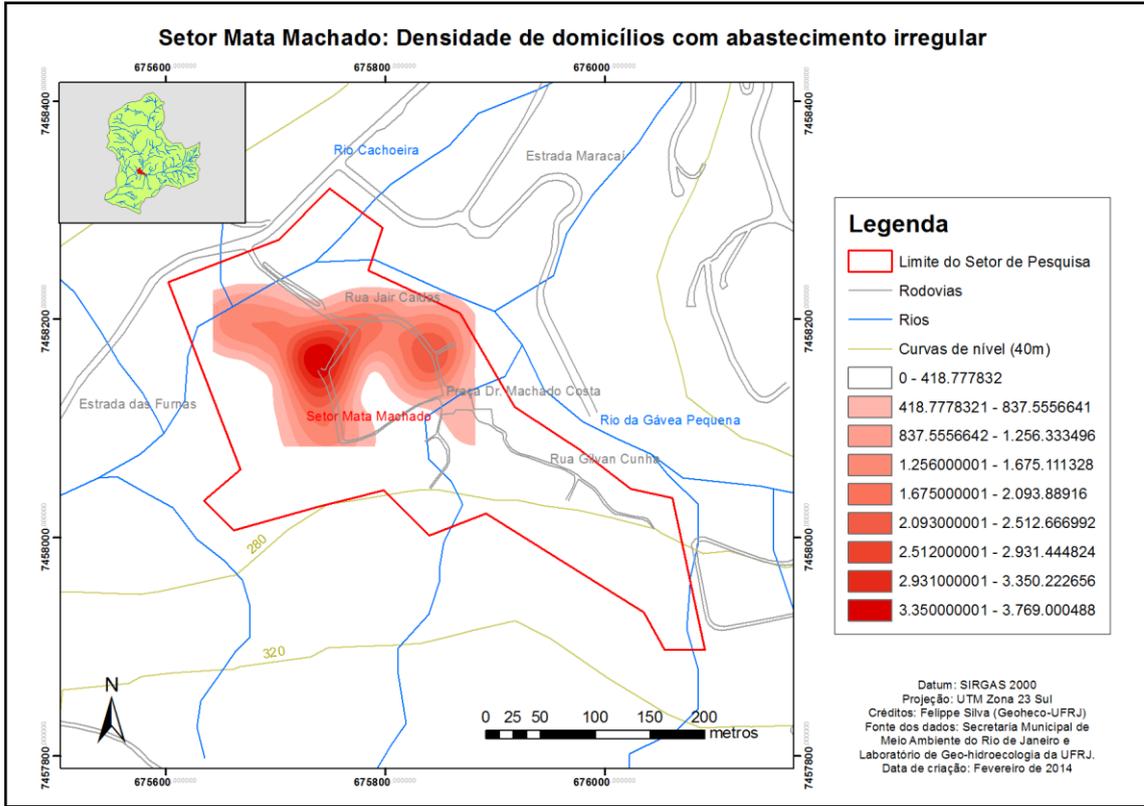


Figura 6.4 - Mapa das densidades de domicílios com abastecimento irregular por quilômetro quadrado no Setor Mata Machado.

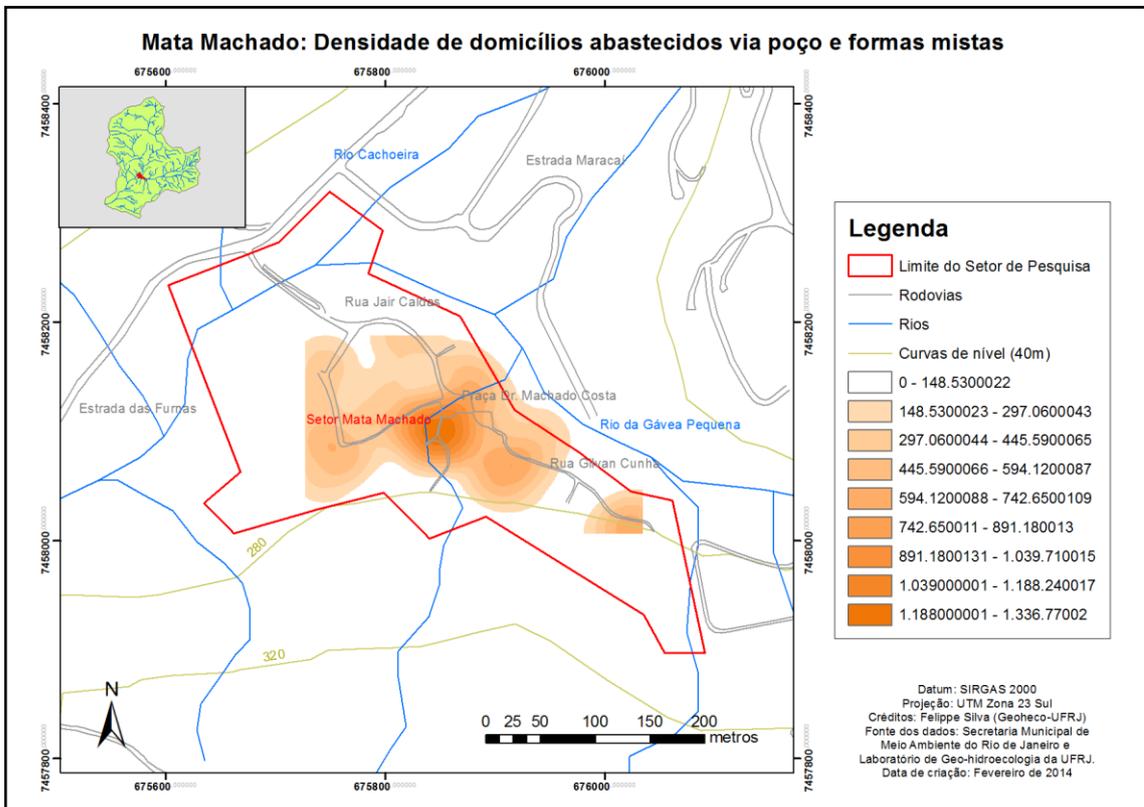


Figura 6.5 - Mapa das densidades de domicílios abastecidos via poço e formas mistas por quilômetro quadrado no Setor Mata Machado.

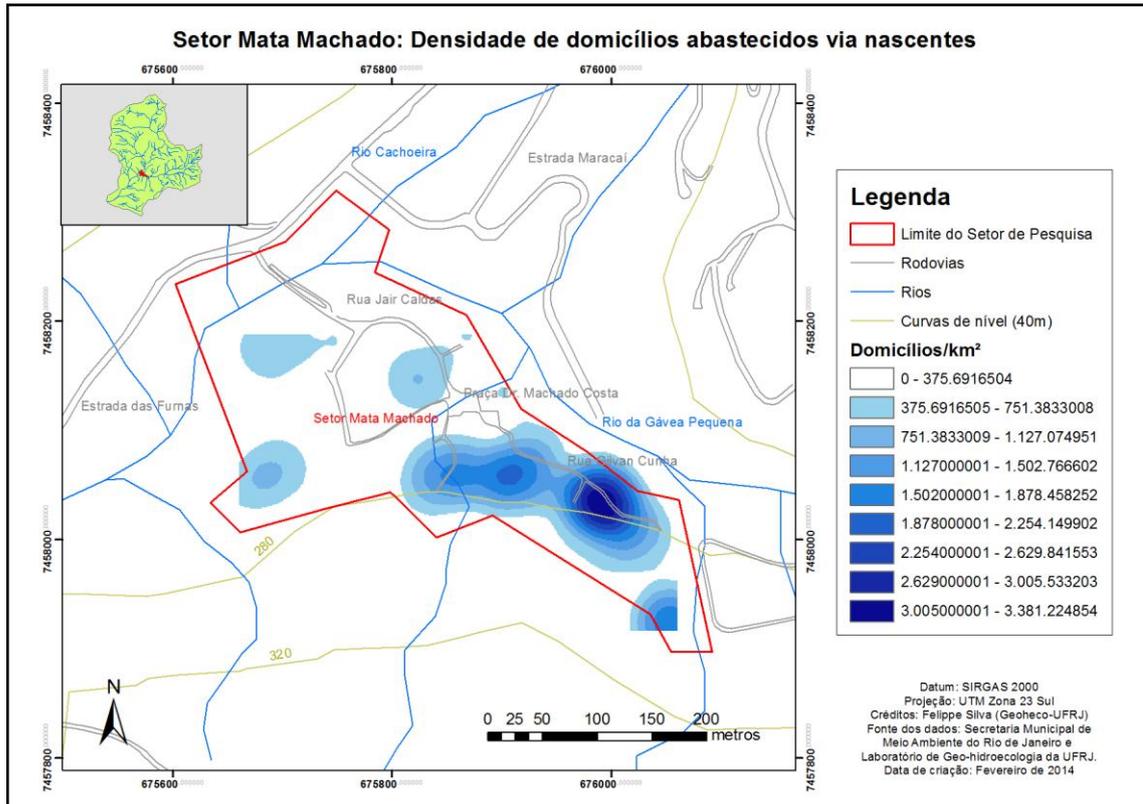


Figura 6.6 - Mapa das densidades de domicílios abastecidos via nascentes por quilômetro quadrado no Setor Mata Machado.

Esses padrões espaciais podem ser explicados por dois fatores principais: a pequena vazão da estrutura de captação informal da água da nascente que abastece parcialmente a população; e a constante negligência histórica do Poder Público no que diz respeito à melhoria das condições de infraestrutura do abastecimento de água na comunidade.

Vários moradores, inclusive representantes da Associação de Moradores do Mata Machado, relataram que a atuação da Prefeitura e do Governo Estadual no que diz respeito à instalações de infraestruturas de abastecimento hídrico se deu apenas na época do Favela Bairro, programa implantado pela Prefeitura na comunidade, há 20 anos. Nesta ocasião, foram instaladas infraestruturas para que toda a comunidade fosse conectada à rede geral de abastecimento público da CEDAE (gerenciada pela esfera estadual). Foram construídas duas caixas d'água de alta capacidade para abastecer a comunidade: uma na região conhecida como "Chapadão", no alto no morro (fig. 6.7), e outra nas proximidades da Escola Municipal Mata Machado. Ambas, no entanto, nunca chegaram a ser ativadas. A segunda, inclusive, segundo alguns moradores, foi mal construída, tendo sido instalada na altura do Rio Cachoeira em um nível pouco elevado, o que acarretou a poluição do reservatório pela invasão das águas do rio. Além disso, na época, os domicílios tiveram

suas estruturas de canalização readaptadas e preparadas para a ligação com a rede geral de abastecimento (figura 6.8), que jamais ocorreu. Todas essas estruturas encontram-se hoje abandonadas e sem condições de funcionamento imediato. O problema parece se dever a um descompasso entre as esferas municipal e estadual do Poder Público na gestão da água no Setor (que se prolongou pelas demais gestões municipais e estaduais que se sucederam desde então), haja vista que a efetiva conexão da estrutura de recepção de água instalada pela Prefeitura na comunidade com a rede geral de abastecimento é de competência do Governo Estadual, que administra a CEDAE.



Figura 6.7 - Uma das caixas d'água construídas durante o Programa Favela Bairro, no alto do Mata Machado, e até hoje inativa. Fonte: arquivo pessoal.



Figura 6.8 - Um dos vários pares de canaletas instalados em grande parte dos domicílios do Mata Machado durante o Programa Favela Bairro para a conexão da comunidade à rede geral de abastecimento de água regular, jamais concretizada. Fonte: arquivo pessoal.

Diante da situação de abandono do Poder Público, os moradores tem recorrido à formas alternativas de abastecimento. Os moradores das áreas mais baixas recorrem à instalação de ligações clandestinas das águas da CEDAE. Os que residem nas áreas mais elevadas e mais próximas das nascentes da Pedra Branca, recorrem à captação da água destes mananciais. As estruturas informais nas quais essa captação se dá, no entanto, são extremamente precárias, o que prejudica sobremaneira sua vazão, impossibilitando a sua expansão para além das áreas situadas em mais elevadas altitudes (figura 6.9).



Figura 6.9 - Estruturas informais de captação das águas das nascentes da Pedra Bonita para abastecimento no alto da Comunidade do Mata Machado. Fonte: arquivo pessoal.

Os dois fatores apontados possuem implicação direta também na escassez quantitativa de água no abastecimento de toda a comunidade. No que se refere a este indicador, a maior parte dos entrevistados (47%) afirmou não haver problema de falta d'água em seu domicílio, ao passo que 39% afirmaram haver ocorrência eventual de falta d'água (uma vez por mês ou em intervalos maiores), e 14% relataram que o problema é muito frequente em suas residências (ocorrência semanal ou diária). No entanto, quando comparamos os percentuais das ocorrências eventuais e muito frequentes somados, chega-se a preocupante estatística de 53% dos domicílios com problemas de falta d'água mais ou menos frequente (fig. 6.10).

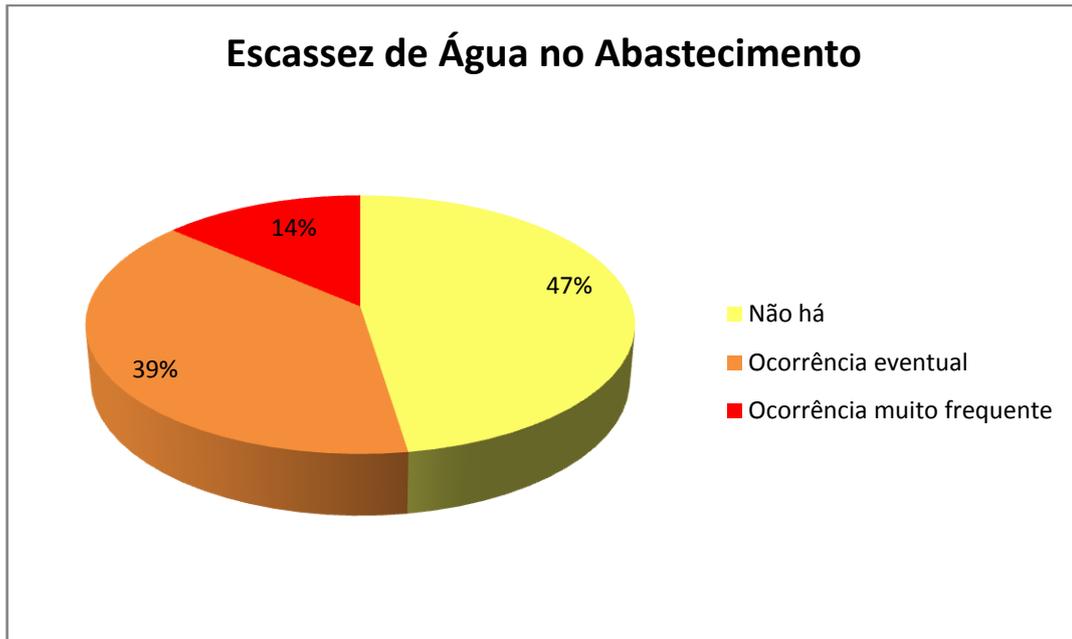


Figura 6.10 - Gráfico dos percentuais para cada classe de escassez quantitativa de água no abastecimento público do Setor Mata Machado.

O mapa da escassez de água no abastecimento hídrico do Mata Machado (fig. 6.11) revela padrões bastante representativos para cada classe desse indicador. Nota-se a concentração dos casos de ocorrência frequente de falta d'água nas áreas de predominância dos tipos de abastecimento *Irregular* e *Poço-Formas Mistas*, principalmente em torno da Rua Jair Caldas e da Praça Dr. Machado Costa. De todos os domicílios onde a falta d'água é muito frequente, 86% são abastecidos por ligação irregular ou formas mistas que incluem a ligação irregular. Os domicílios com ocorrência eventual de falta d'água distribuem-se por todo o território, mas também tendem a se concentrar na região mais baixa e plana onde predominam as ligações irregulares de abastecimento. Os casos em que não há falta d'água distribuem-se dispersadamente por todo o território, predominando sensivelmente nas regiões de abastecimento por nascente: 53% dos domicílios incluídos nessa classe são abastecidos por nascentes (ou formas mistas que incluem nascente), enquanto 35% possuem ligação irregular e 10% possuem formas mistas de abastecimento sem a presença de nascente.

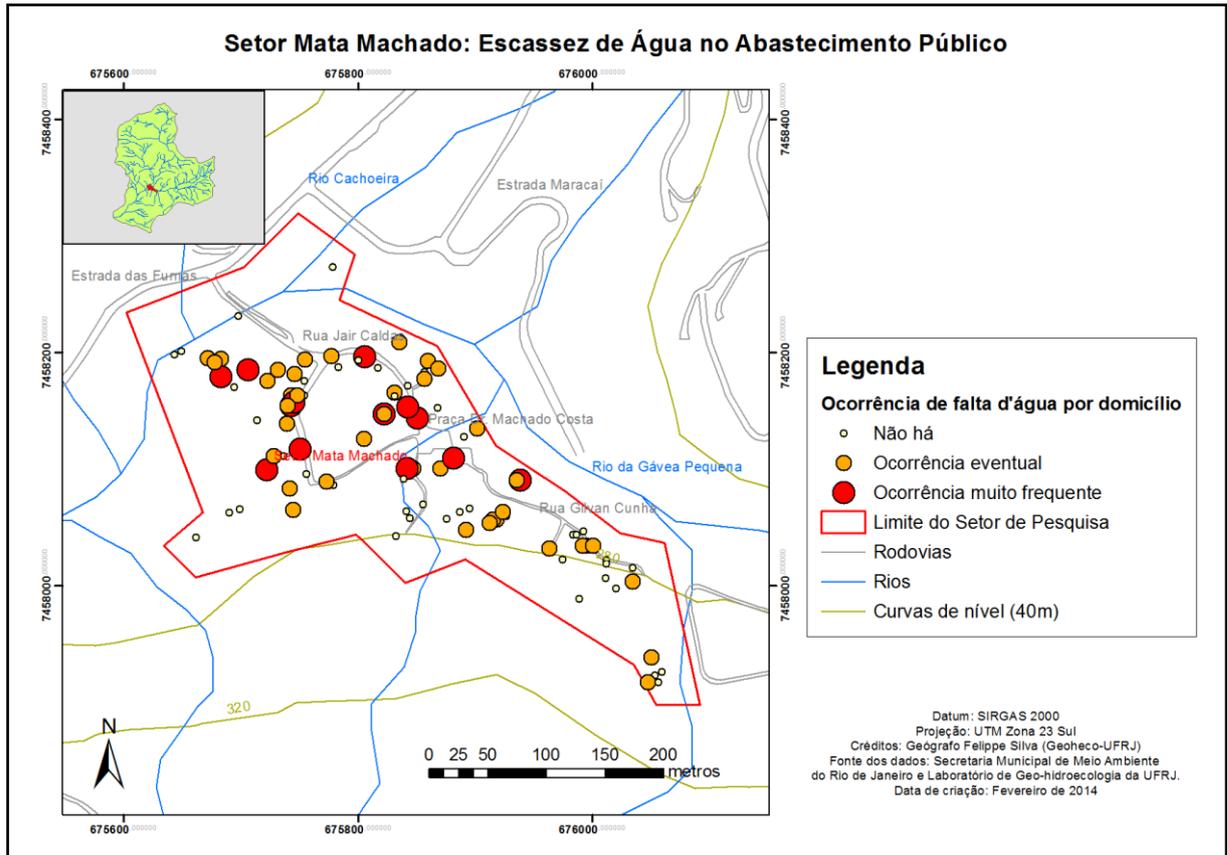


Figura 6.11 - Mapa dos níveis de escassez quantitativa de água por domicílio no abastecimento público do Setor Mata Machado.

Na zona de abastecimento irregular há domicílios em que falta água diariamente e moradores dependem da água emprestada dos vizinhos. Nessa região o problema vem acontecendo há pelo menos dois anos, segundo os entrevistados. Esse grave problema de escassez tem levado alguns moradores a alternarem o abastecimento irregular com outros tipos de abastecimento (principalmente poço) em períodos de maior escassez. Os poços são adotados como fonte reserva de água, sendo, inclusive, compartilhados entre vizinhos, em alguns casos, durante esses períodos. Isso tende a ocorrer principalmente nas proximidades da Praça Dr. Machado Costa, o que explica a maior concentração de formas mistas de abastecimento nessa região. Todos os domicílios que adotam a forma mista Abastecimento irregular-Poço possuem problema de falta d'água, seja eventual, seja muito frequente. O problema de falta d'água, embora seja menor nas áreas mais elevadas abastecidas por nascente, também ocorre eventualmente em muitos domicílios dessa região, principalmente no verão, segundo os moradores. Há a queixa de alguns moradores de que a água das nascentes não chega até as caixas d'água residenciais mesmo com o uso de bombas hidráulicas, o que evidencia mais uma vez, a precária infraestrutura de captação de água da qual depende a população.

Quanto à qualidade da água que abastece o Setor, uma grande maioria de 76% dos entrevistados consideram a água de boa qualidade, 17% afirmam ser a água de qualidade intermediária e apenas 5% consideram-na ruim (fig. 6.12). Uma minoria de 2% se refere a moradores que utilizam formas mistas de abastecimento, considerando ruim a qualidade da água do abastecimento irregular, mas boa a água do poço ou da nascente utilizada. O indicador das queixas públicas a respeito da qualidade da água é de suma importância por revelar tendências preliminares de ocorrências localizadas dos casos mais emergentes, sendo, portanto, de grande relevância e auxílio às pesquisas de avaliação e monitoramento hidroquímico e bacteriológico da qualidade da água, inexistentes na região.

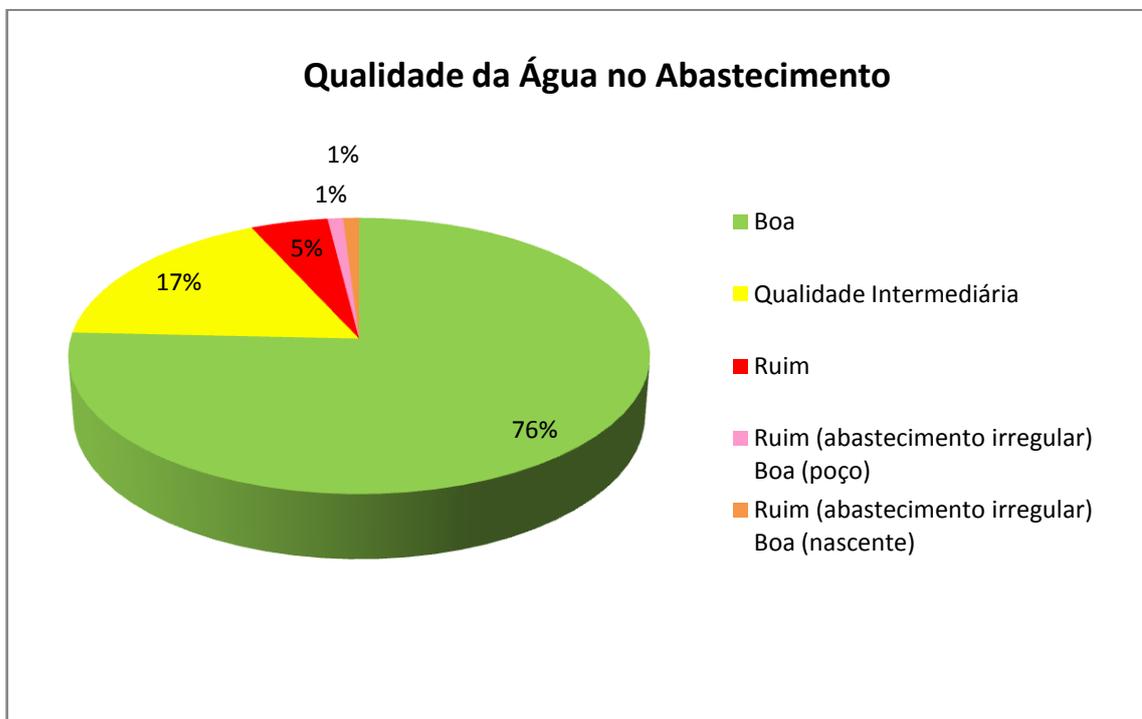


Figura 6.12 - Gráfico dos percentuais para cada classe de qualidade da água no abastecimento público do Setor Mata Machado.

A distribuição geográfica das classes de qualidade da água no Mata Machado revela-se bem mais aleatória em comparação com os padrões apresentados pelos dois indicadores anteriores, havendo grande sobreposição de ocorrências entre as três classes (figura 6.13). Não obstante, é possível observar que os casos de qualidade da água ruim (uma reduzida minoria) estão todos presentes na zona de abastecimento irregular/formas mistas e falta d'água. Os casos de qualidade intermediária também tendem a se concentrar na mesma zona, embora sejam também bastante significativos nas áreas mais elevadas de abastecimento por nascente. Os domicílios com água de boa qualidade, que são maioria,

distribuem-se aleatoriamente por todas direções do território, estando muitas vezes lado a lado com as ocorrências verificadas nas outras duas classes de qualidade da água e revelando, portanto, baixa dependência espacial.

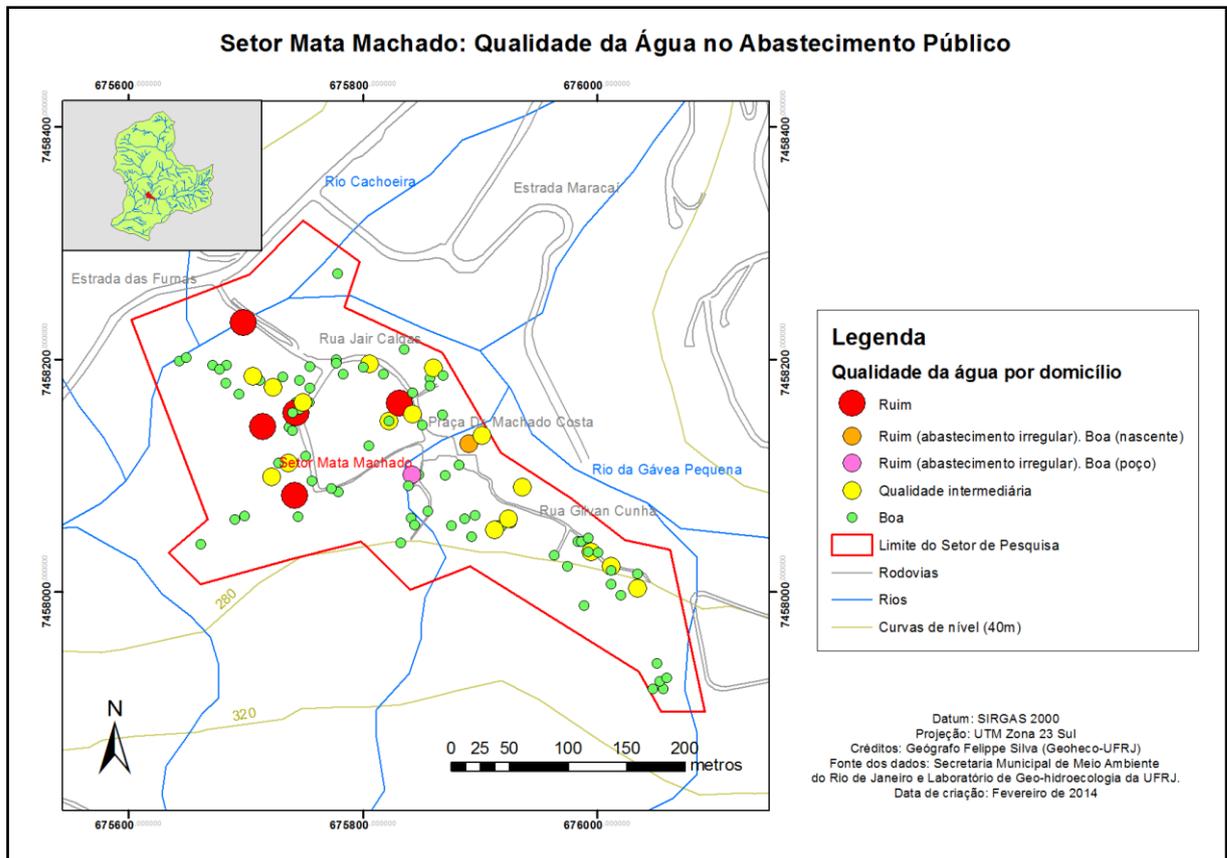


Figura 6.13 - Mapa dos níveis de qualidade da água por domicílio no abastecimento público do Setor Mata Machado.

Entre as maiores reclamações a respeito da qualidade da água estão: a baixa qualidade da água proveniente das ligações clandestinas, que frequentemente chega suja, com muito lixo e também com bastante cloro às residências. Isso faz com que em algumas delas os moradores optem por adotar e dar preferência para fontes alternativas, como nascente e poço, cujas águas são consideradas de boa qualidade. Percebe-se, portanto, que a escassez qualitativa da água é outro fator a estimular o uso de formas mistas de abastecimento no Setor. Entre os casos de qualidade intermediária da água nas regiões elevadas abastecidas por nascente, há relatos de que a qualidade da água eventualmente diminui nos períodos mais chuvosos, chegando bastante barrenta aos domicílios.

No que diz respeito ao esgotamento sanitário, 86% dos domicílios estão ligados a rede geral de esgotamento sanitário, enquanto somente 14% possuem fossas sépticas

como forma de destinação do esgoto (fig. 6.14). Os poucos domicílios com fossa são encontrados tanto na zona elevada, como nas zonas baixas e de transição, mas são mais frequentes nestas duas últimas, tendendo a se alinhar em torno da Rua Jair Caldas até a Praça Dr. Machado Costa (fig. 6.15). Todos os casos ocorrem em pontos muito próximos aos Rios Cachoeira e da Gávea Pequena. Vale ressaltar a notável relação desses poucos domicílios com fossa com o abastecimento público irregular, o que contribui ainda mais para a precariedade do saneamento básico nessas localidades: de todos os domicílios com fossa, 71,4% possuem ligação clandestina de água. Um sistema de tubulações para o escoamento dos efluentes, ligando a comunidade à rede geral esgotamento sanitário, foi implantado durante as obras do Programa Favela Bairro. Dessa forma, os poucos casos de domicílios com fossa correspondem às residências que, por algum motivo, não foram contempladas pelas instalações do Programa ou que vieram a ser construídas posteriormente. Apesar da rede geral de esgotamento sanitário ser bastante generalizada por todo o território, alguns moradores afirmaram ter pelo menos parcela dos seus esgotos despejado nos rios que drenam a região, agravando a degradação da qualidade da água nesses cursos.

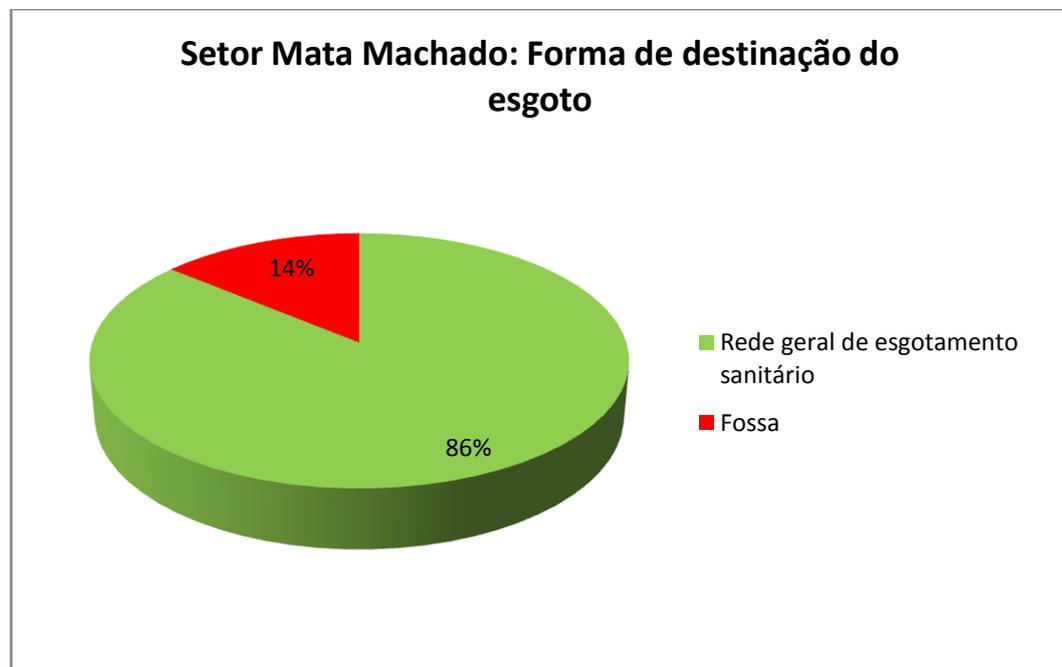


Figura 6.14 - Gráfico dos percentuais para cada forma de destinação do esgoto no Setor Mata Machado.

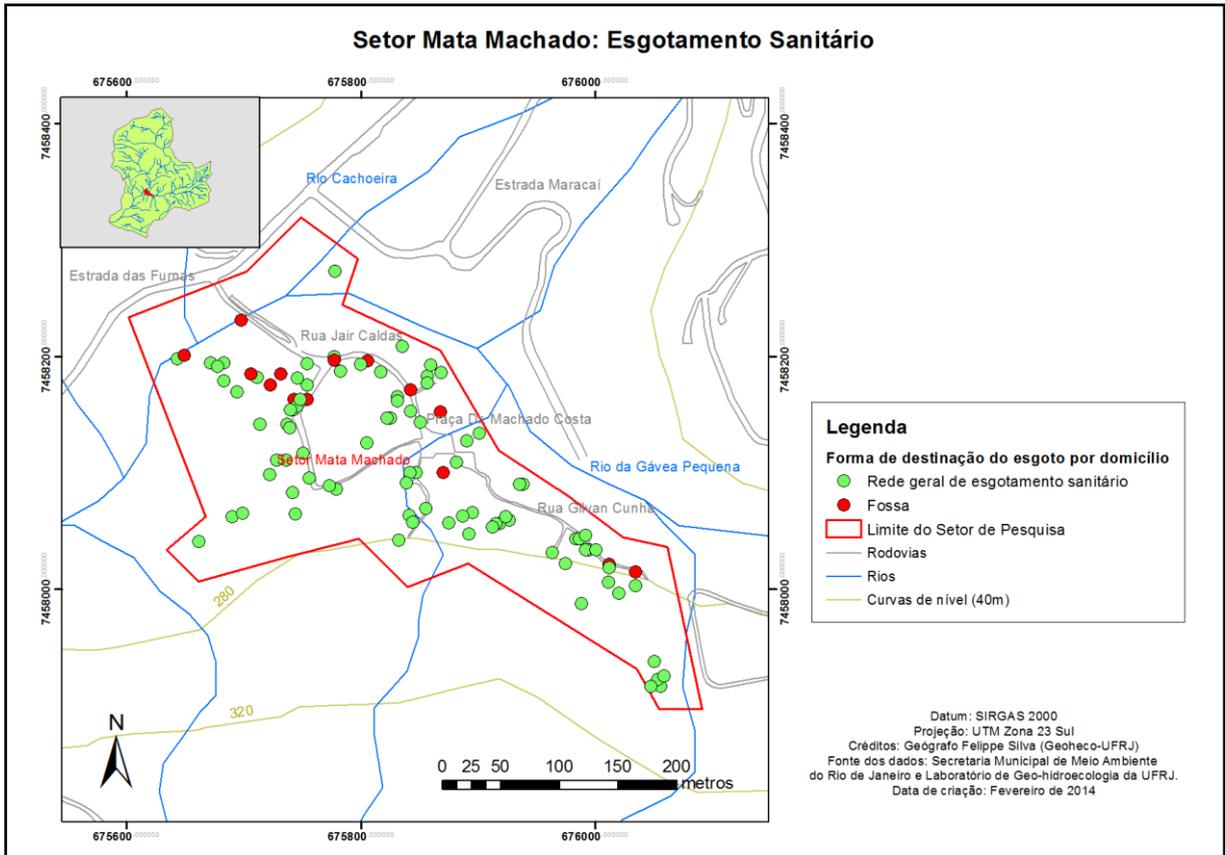


Figura 6.15 - Mapa das formas de destinação do esgoto por domicílio do Setor Mata Machado.

O uso doméstico é a forma de uso da água presente em todos os domicílios. Relatos a respeito de outras formas de uso da água foram pouquíssimo frequentes, sendo continuamente acompanhadas pelo uso doméstico, sempre prioritário. De modo geral, tais relatos foram feitos por entrevistados referindo-se não a eles próprios, mas a outros moradores. Por esse motivo e dada a rara ocorrência desses casos, esse indicador se tornou cartograficamente pouco representativo para o Setor. Do total de domicílios, 78% afirmaram fazer uso estritamente doméstico da água e não ter conhecimento de nenhum caso de outro uso da água entre os seus vizinhos (fig. 6.16). Entre os que afirmaram valer-se de outros usos além do doméstico ou terem o conhecimento de moradores que o fazem, 16% se referiram a pesca, 3% a uso recreativo da água dos rios, 3% a recepção de efluentes (estes últimos confirmaram que o uso é feito por eles próprios, conforme apontado na análise do indicador anterior). Conforme nos foi informado, há alguns moradores que pescam nos rios (principalmente bagre), mas a atividade é rara e pouco expressiva, pois os peixes são extremamente escassos, em razão da elevada poluição desses recursos hídricos. Ela ocorre mais em tempos de maior chuva e cheia dos rios. Trata-se de uma pesca inexpressiva, sem fins comerciais, recreativa e para autoconsumo.

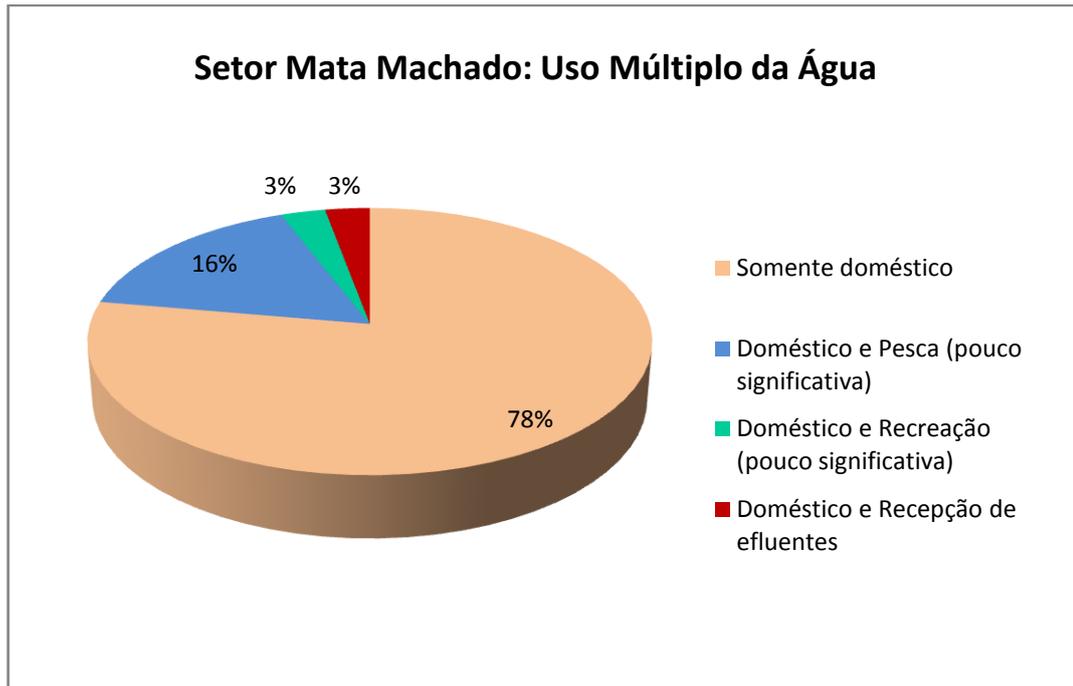


Figura 6.16 - Gráfico dos percentuais para cada tipo de uso da água no Setor Mata Machado.

O indicador de conflitos por água entre moradores, por outro lado, apresentou tendências espaciais bastante relevantes. Quando perguntados a este respeito, 31% dos entrevistados afirmaram já terem estado envolvidos ou pelo menos terem o conhecimento de eventuais e recentes conflitos por água entre os seus vizinhos (fig. 6.17). A estimativa Kernel desses casos localizados permitiu mapear a "temperatura" dos conflitos por água entre moradores no Setor. O mapa da figura 6.18 destaca a existência de dois pares de *clusters* de maior propensão a ocorrência de conflitos situados em áreas relativamente bem definidas: um par situado na zona baixa e outro situado na zona alta. Todos os focos de conflitos estão relacionados à problemas de falta d'água em ambas as regiões.

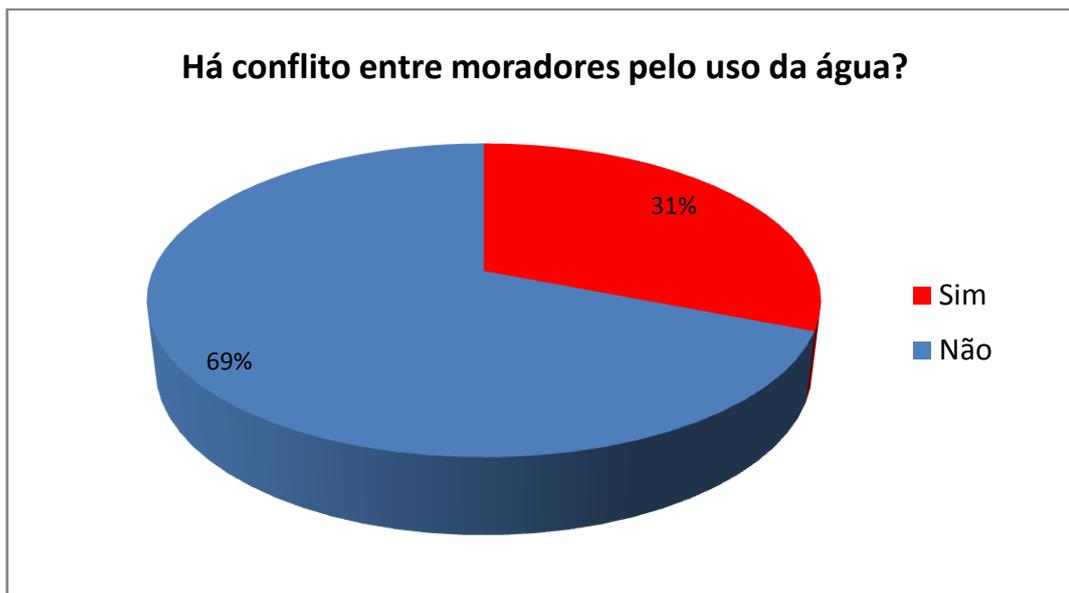


Figura 6.17 - Gráfico dos percentuais de alegações de presença ou ausência de conflitos por água entre moradores no Setor Mata Machado.

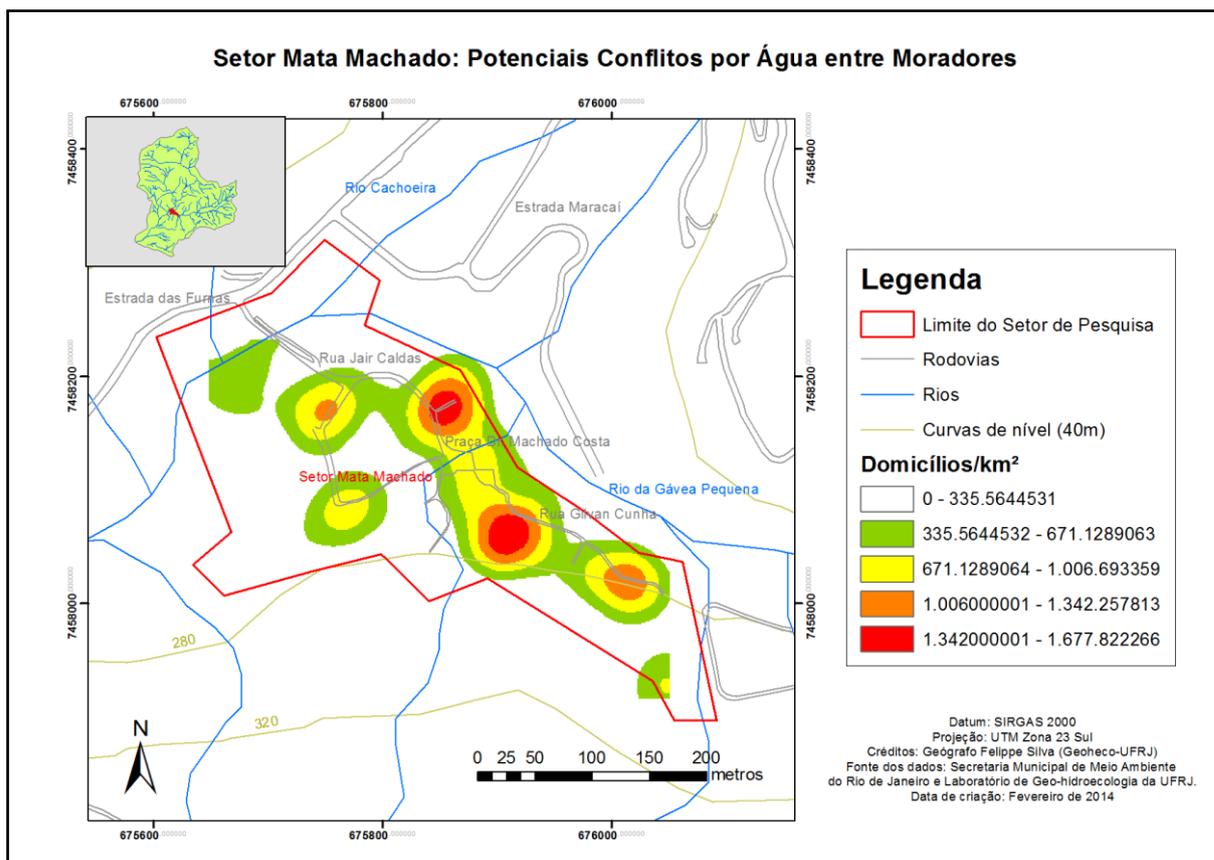


Figura 6.18 - Mapa das áreas mais propensas à ocorrência de conflitos por água entre moradores no Setor Mata Machado.

Na zona de mais baixas altitudes há eventuais desentendimentos entre moradores ligados ao compartilhamento da água proveniente das ligações clandestinas, que em alguns casos falta quase que diariamente. Por outro lado, na zona mais elevada, já ocorreram conflitos por ocasião de supostos desvios da água que vem da nascente. Esses conflitos na zona alta ocorrem principalmente nas épocas de maior escassez, que, segundo os moradores, geralmente se dão no verão. Por vezes a água chega em uma residência, mas não chega em outra, o que faz com que alguns moradores especulem o extravio de água entre os seus vizinhos. Há casos também em que as precárias canalizações que transportam a água das nascentes para as residências quebram e alguns moradores acabam responsabilizando outros pelo problema, gerando discórdias. Além disso, segundo uma entrevistada, "alguns moradores se acham os donos da nascente". Essa suposta privatização de fontes de água derivadas de nascente por alguns moradores foi reafirmada por outros entrevistados que chegaram a apontar a existência de venda irregular da água da nascente entre residentes na região.

Entretanto, é importante ressaltar a grande cooperatividade dos moradores junto a Associação de Moradores local, no sentido de se convergirem esforços para a possível resolução ou amenização dos problemas de uso da água comunitários. Este fato foi enfatizado por muitos dos entrevistados que se incluem nos 69% que afirmaram nunca terem estado envolvidos em conflitos desse tipo, tampouco terem o conhecimento de casos de conflitos entre os seus vizinhos (fig. 6.17).

Quanto aos conflitos entre moradores e Usuário/Poder Público, o que se verificou em campo foi uma insatisfação generalizada dos moradores com relação à ausência do Estado e falta de assistência da CEDAE, sobretudo, no que diz respeito à instalação do abastecimento regular da água na comunidade e à resolução dos problemas de escassez quantitativa e qualitativa da água. Uma expectativa que, como vimos, já dura pelo menos desde a implantação do Programa Favela Bairro, há duas décadas.

6.2 SETOR MARACAÍ

O abastecimento público do Setor Maracaí se diferencia bastante em relação ao Setor Machado, apresentando tipos bem menos diversificados. Ao contrário do setor vizinho, o abastecimento público regular foi verificado em todos os domicílios visitados no Setor Maracaí, dentre os quais 91% fazem uso somente do abastecimento regular e apenas 9% aliam a abastecimento regular com o uso de poços (fig. 6.19). Essa homogeneidade estatística dos tipos de abastecimento do Setor se reflete também em sua distribuição espacial como se pode observar no mapa da figura 6.20. Os domicílios com abastecimento

somente regular se distribuem por todo o território, estando a minoria pouco significativa de domicílios que se dispõem da forma mista de abastecimento *regular-poço* situada em uma pequena localidade próxima ao Rio da Gávea Pequena. Destaca-se o fato de o abastecimento regular estar presente, inclusive, nos pequenos focos de ocupação informal encontrados na região, onde geralmente há o compartilhamento de hidrômetros e bombas hidráulicas entre moradores.

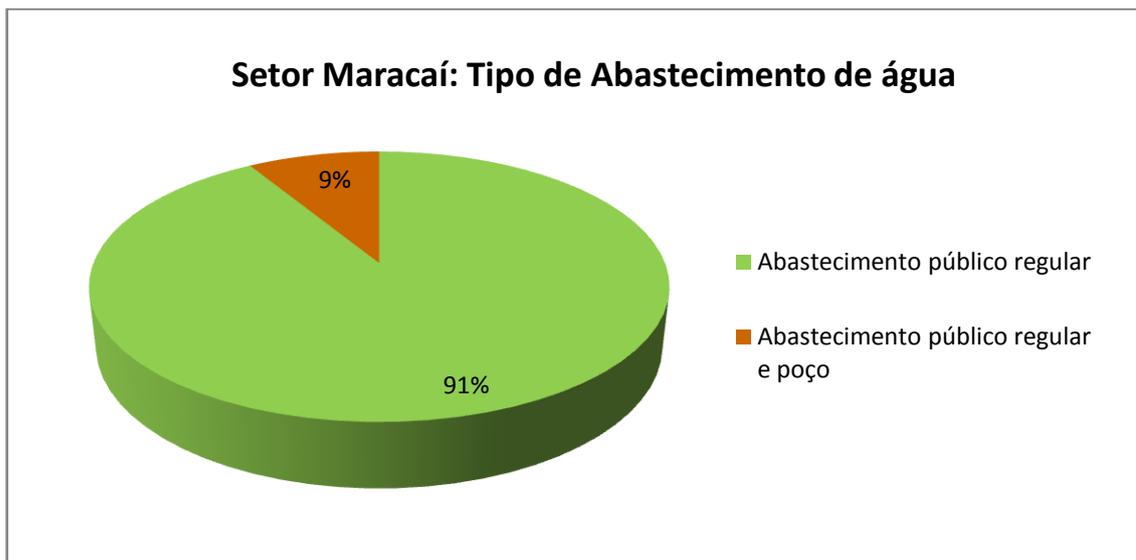


Figura 6.19 - Gráfico dos percentuais pra cada tipo de abastecimento hídrico no Setor Maracá.

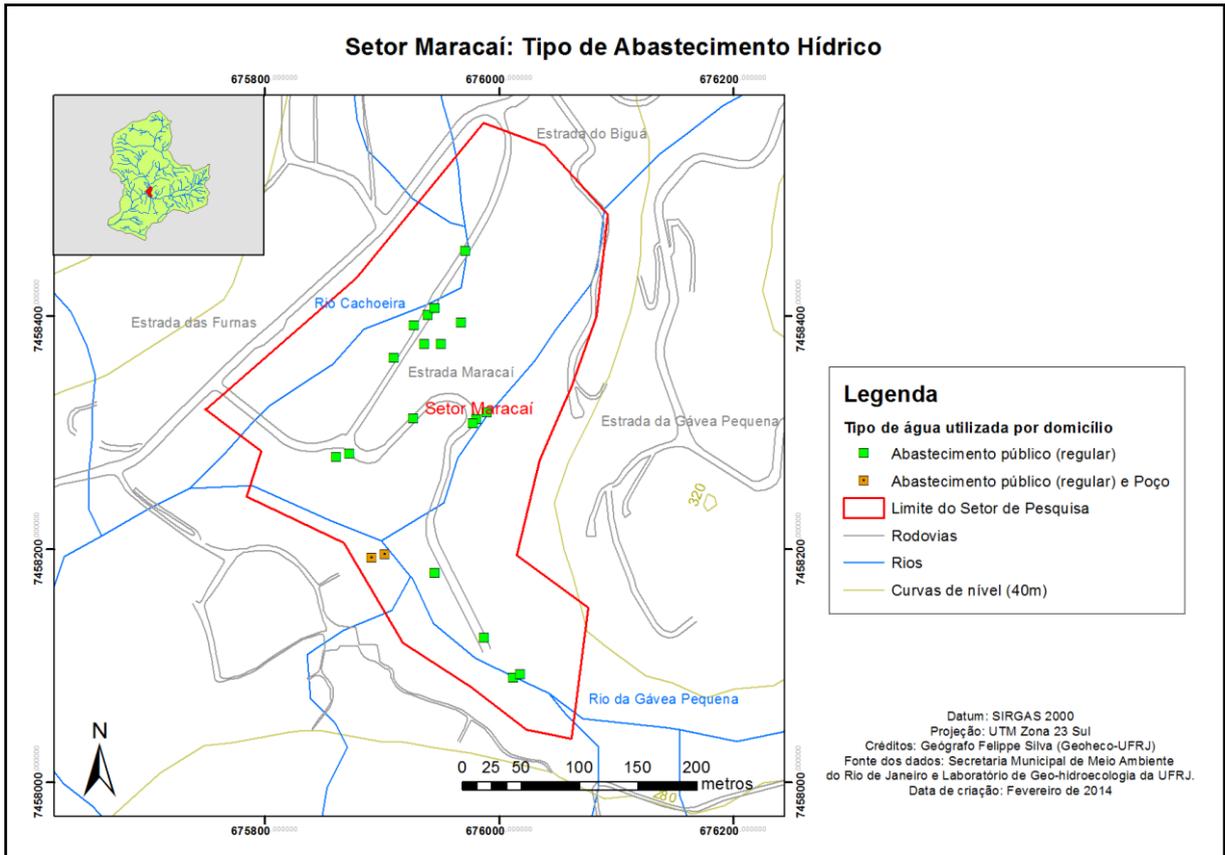


Figura 6.20 - Mapa dos tipos de abastecimento de água por domicílio no Setor Maracá.

Apesar da favorável situação quanto à regularização de seu abastecimento público, o Setor Maracá é uma das regiões que mais sofrem com problemas de escassez quantitativa de água em toda a Bacia do Cachoeira. Dentre todos os domicílios pesquisados, 74% sofrem com esse problema, seja eventualmente (39%), seja muito frequentemente (35%). Somente 26% dos entrevistados afirmam não existir falta de água em seus domicílios (fig. 6.21). O mapa das ocorrências de falta d'água por domicílio (fig. 6.22) demonstra padrões não muito bem definidos dos níveis *eventual* e *muito frequente* desse indicador, uma vez que os domicílios assim classificados se dispõem em praticamente todos os pontos do Setor. No entanto, verifica-se que os casos de falta d'água eventual tendem a se concentrar nas áreas elevadas de ocupação informal da Estrada Maracá, próximas ao Rio Cachoeira. Por outro lado, os casos de escassez muito frequente tendem a ocorrer em maior número no trecho da Estrada Maracá que vai de seu final à porção central do território. As ocorrências localizadas de domicílios sem falta d'água revelam-se pouco significativas.

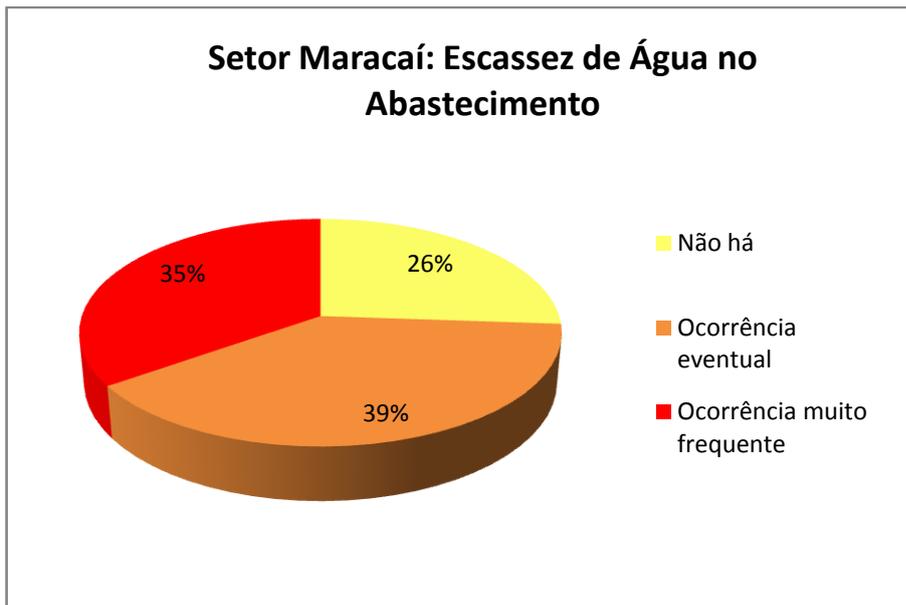


Figura 6.21 - Gráfico dos percentuais para cada classe de escassez quantitativa de água no abastecimento público do Setor Maracáí.

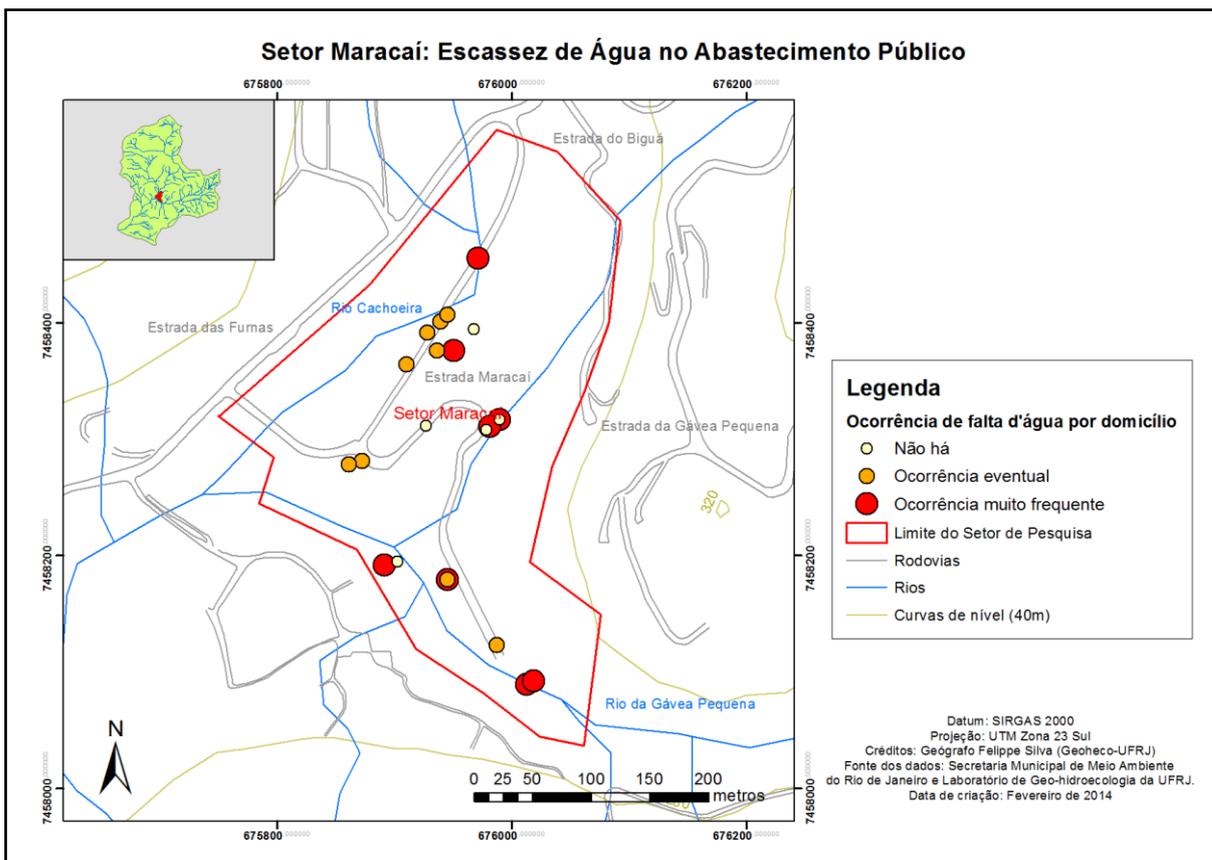


Figura 6.22 - Mapa dos níveis de escassez quantitativa de água por domicílio no Setor Maracáí.

A falta de água se agrava principalmente no verão e vem ocorrendo na região há pelo menos dois anos, segundo os entrevistados. Moradores das áreas de ocupação informal chegam a afirmar que sofrem com a falta d'água há cerca de 8 anos. Nestas regiões mais elevadas frequentemente a água da rede geral de abastecimento da CEDAE não possui pressão suficiente para subir às residências, obrigando os moradores a recorrerem ao uso de bombas hidráulicas, que nem sempre resolvem o problema. Há casos em que a falta de água é tão frequente que moradores precisam reutilizar a água usada para lavar roupas para outras necessidades e coletar água da chuva para fins de uso doméstico. Alguns moradores afirmam que a rede de abastecimento da CEDAE é ligada apenas de 2 a 3 vezes por semana.

Esse grave problema de escassez tem gerado inevitavelmente uma grande insatisfação da população quanto ao serviço prestado por este usuário. Muitas reclamações já foram feitas junto a CEDAE e até um abaixo assinado já foi feito entre os moradores contra a Companhia. Porém, a CEDAE ainda não deu uma explicação e resolução para o problema, limitando-se a oferecer serviço de distribuição de água por carros-pipa em períodos mais emergenciais de escassez.

Se, por um lado, a insatisfação da população do Setor Maracá é grande quanto à falta de água no abastecimento, o mesmo não se observa quanto ao indicador de qualidade da água. De todos os moradores, 91% consideram a escassa água que os abastece de boa qualidade, enquanto apenas 5% e 4% consideram-na de qualidade intermediária e ruim, respectivamente (fig. 6.23). Entre as raras queixas relacionadas à qualidade da água houve a de uma moradora, segundo a qual a qualidade da água é duvidosa em razão de as vezes ter odor diferenciado e aparência ferruginosa. Os domicílios cujas águas utilizadas no abastecimento público são consideradas de boa qualidade distribuem-se generalizadamente por todo o território, sendo as raras ocorrências localizadas de água de qualidade intermediária e ruim isoladas e pouco significativas (fig. 6.24).

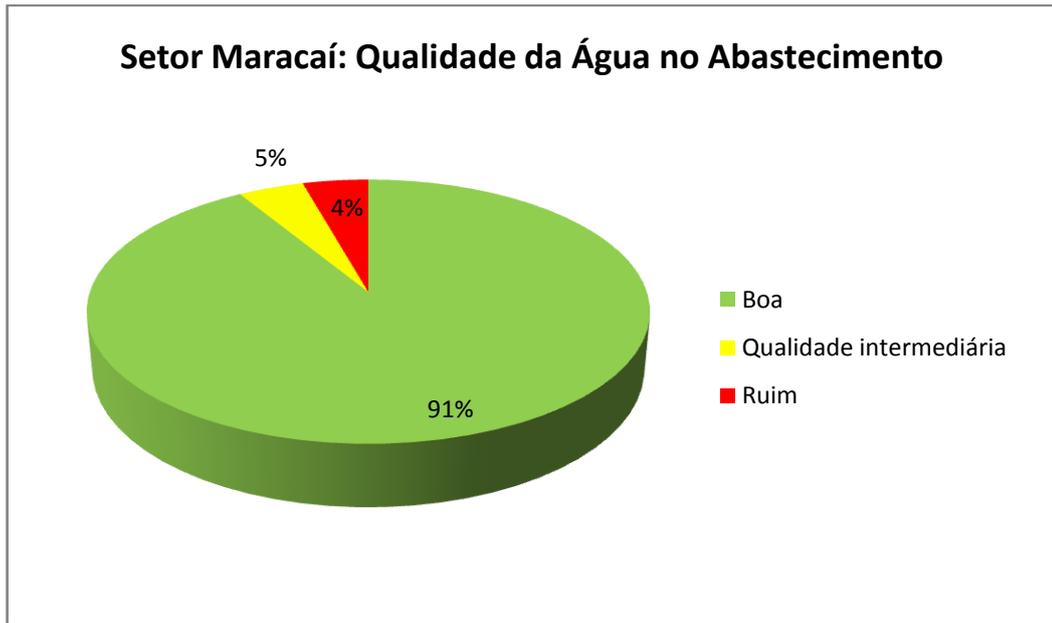


Figura 6.23 - Gráfico dos percentuais para cada classe de qualidade da água no abastecimento público do Setor Maracaí.

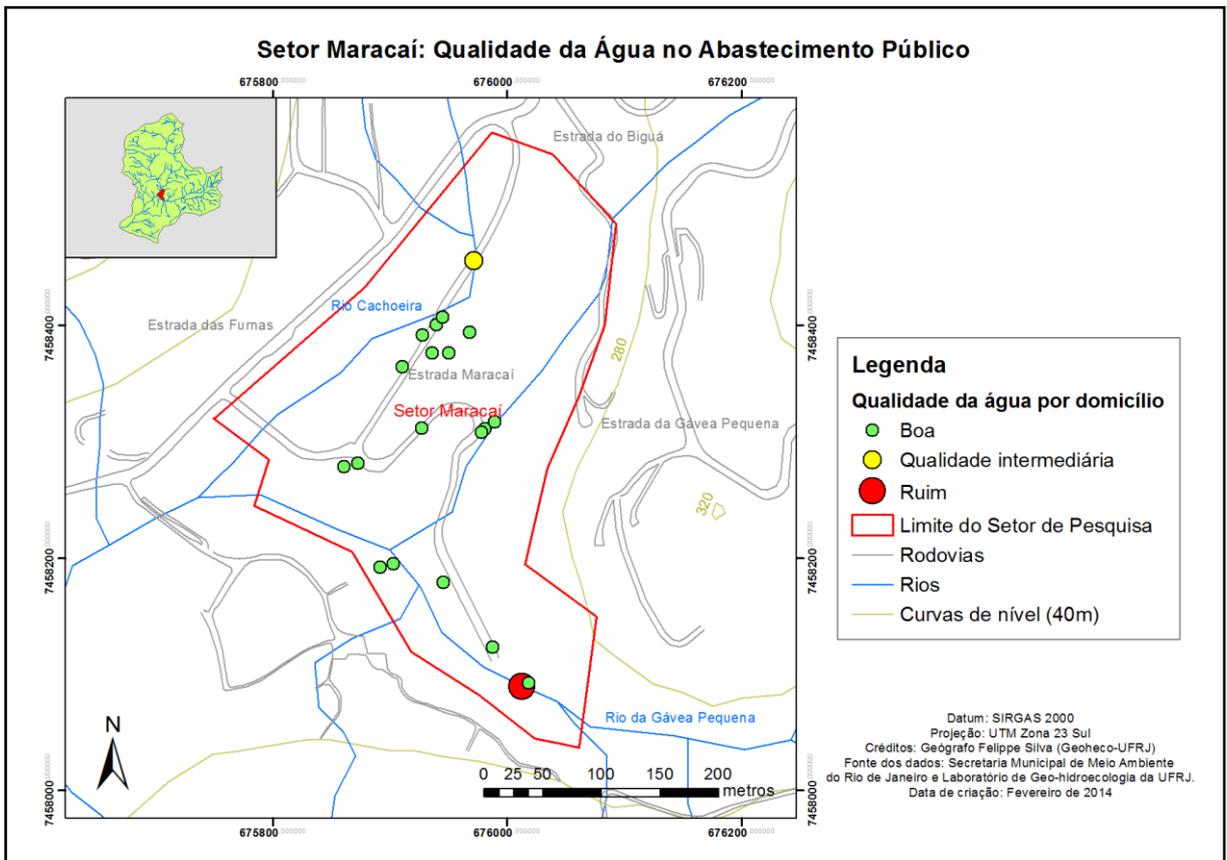


Figura 6.24 - Mapa das classes de qualidade da água por domicílio no Setor Maracaí.

O indicador das formas de destinação do esgoto revela que a maioria dos domicílios do Setor possui acesso à rede geral de esgotamento sanitário: 78% dos domicílios tem seus esgotos destinados à rede geral de esgotamento, enquanto 22% dependem de fossas sépticas (fig. 6.25). Os domicílios ligados a rede geral de esgotamento sanitário distribuem-se de maneira relativamente homogênea por todo o território (fig. 6.26). Entre os poucos domicílios com fossa, observa-se apenas dois casos na região de ocupação informal e outros dois em áreas de ocupação formal, ao longo da Estrada Maracaí.

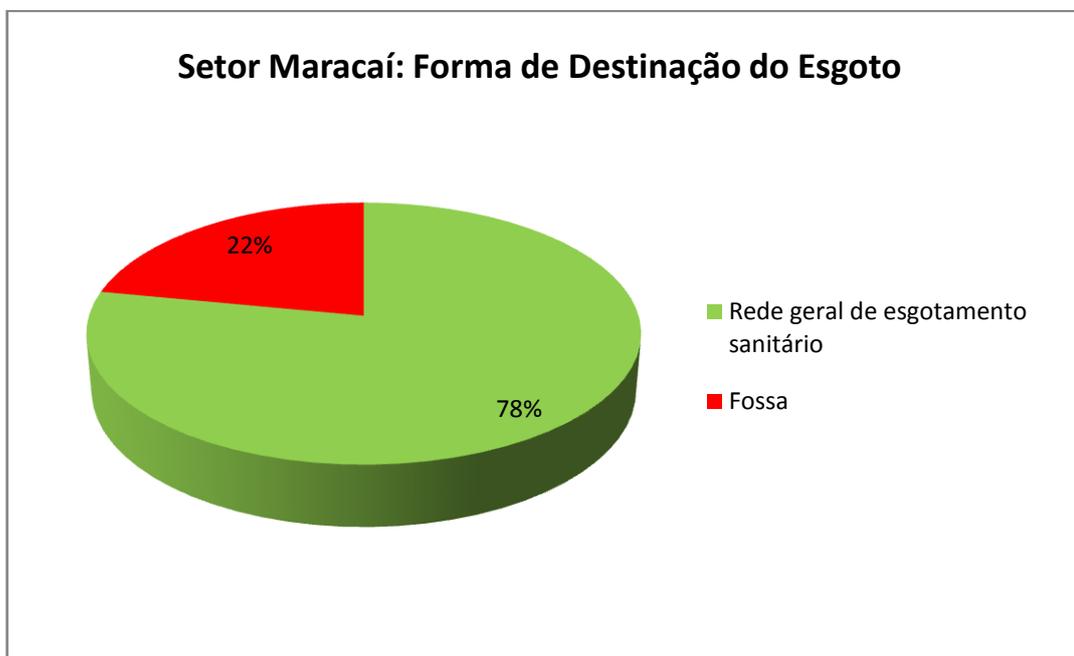


Figura 6.25 - Gráfico dos percentuais para cada forma de destinação do esgoto no Setor Maracaí.

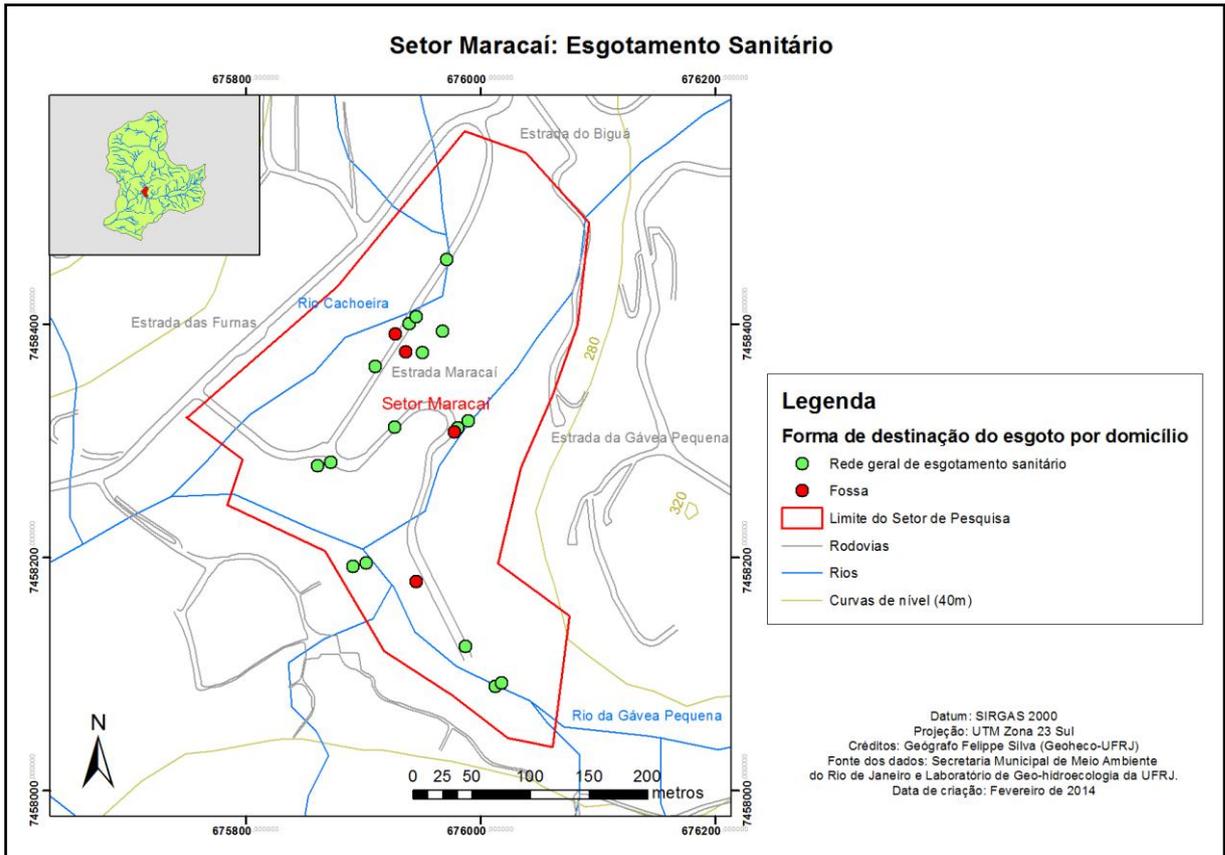


Figura 6.26 - Mapa das formas de destinação do esgoto por domicílio no Setor Maracá.

Em termos de uso múltiplo da água, o uso doméstico é o tipo de uso da água predominante no Setor, ocorrendo em todos os domicílios visitados. Todos os moradores confirmam o uso prioritário (quando não exclusivo) da água para finalidades domésticas. Dentre eles, 65% afirmam fazer uso somente doméstico da água e desconhecem a existência de outros usos da água na região. Outros 35% afirmam valer-se de outros usos secundários ou, pelo menos, terem o conhecimento desses usos alternativos entre os seus vizinhos. Estes correspondem a 26% que se referem ao uso da água para recreação (pouco significativa e ocorrente em rios que correm na região), além de 5% que reportaram o uso da água para recepção de efluentes e 4% que apontaram o uso da água para irrigação (fig. 6.27).

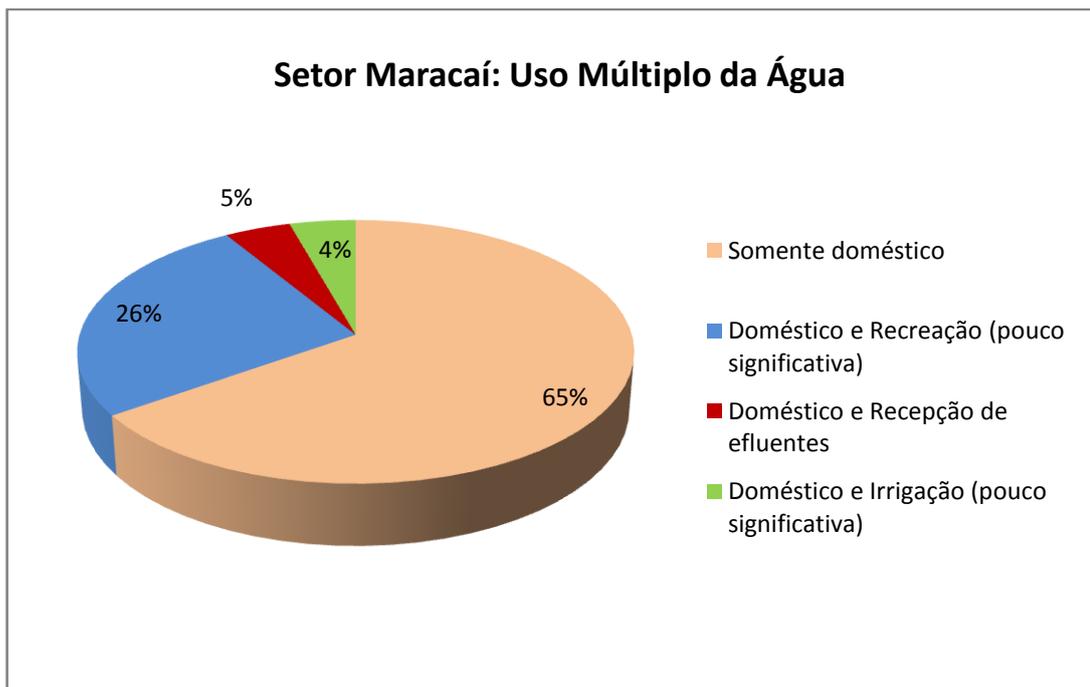


Figura 6.27 - Gráfico dos percentuais para cada tipo de uso da água no Setor Maracá.

Os dois únicos domicílios em que se verificou a existência de poço como forma alternativa de abastecimento em todo o setor pertencem a uma vila de características bastante populares onde a água do poço é eventualmente compartilhada entre os seus residentes. Nos períodos de maior escassez esses poços despertam o interesse por parte de outros moradores próximos que as vezes fazem uso desses reservatórios sem o consentimento dos moradores da vila, gerando tensões. Há ainda casos isolados de conflitos entre moradores ligados ao compartilhamento comunitário de hidrômetros e bombas hidráulicas nas áreas de ocupação informal. Quando perguntados sobre a existência de conflitos por água entre moradores, 26% dos entrevistados alegaram já terem participado e/ou terem o conhecimento de casos conflitantes, contra uma grande maioria de 76% que afirmam desconhecer existências desse tipo de conflito na região (fig. 6.28).

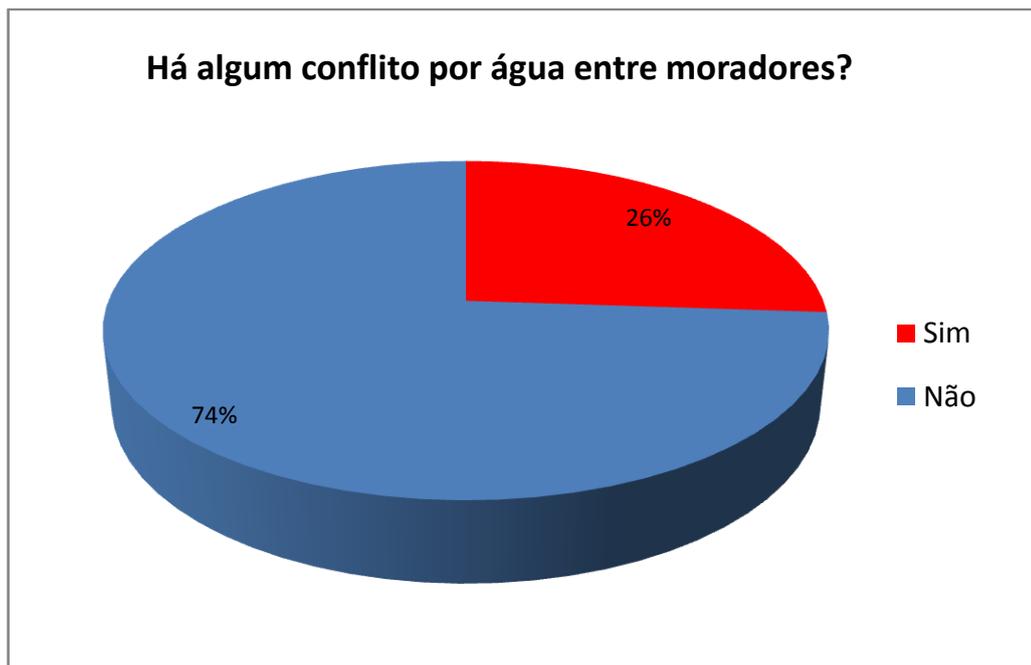


Figura 6.28 - Gráfico dos percentuais das alegações de conflitos por água entre moradores no Setor Maracá.

6.3 SETOR TIJUAÇU

O Setor Tijuçu é abastecido por águas captadas de nascente em quase a totalidade de seus domicílios: 90% deles são abastecidos por águas provenientes de nascentes próximas à comunidade, situadas mais à montante do Córrego do Açude e seus afluentes (fig. 6.29). Os 10% restantes correspondem à abastecimento através de poço (2%), abastecimento público regular (3%) e combinação alternada entre abastecimento regular e nascente (5%). Logo, somando-se as proporções de todos os domicílios que dependem de nascente, independentemente da coexistência de tipos alternativos de abastecimento, chega-se a um total de 95% dos domicílios, índice bastante revelador da generalização desse tipo de captação de água na comunidade. O mapa dos tipos de abastecimento hídrico para o Setor (fig. 6.30) apresenta uma distribuição bastante homogênea dos domicílios abastecidos por nascente, os quais se dispersam pelo território em todas as direções. Observa-se que os poucos casos de abastecimento por outras vias (público regular, formas mistas e poço) ocorrem somente ao longo da Rua Deputado Fernando Lopes.

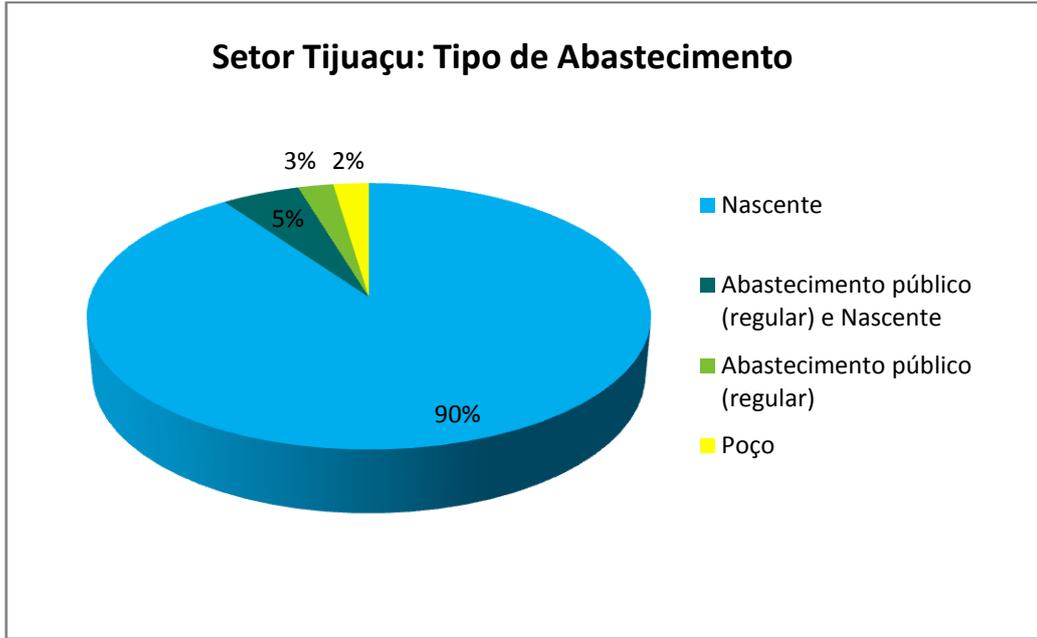


Figura 6.29 - Gráfico dos percentuais para cada tipo de abastecimento hídrico no Setor Tijuçu.

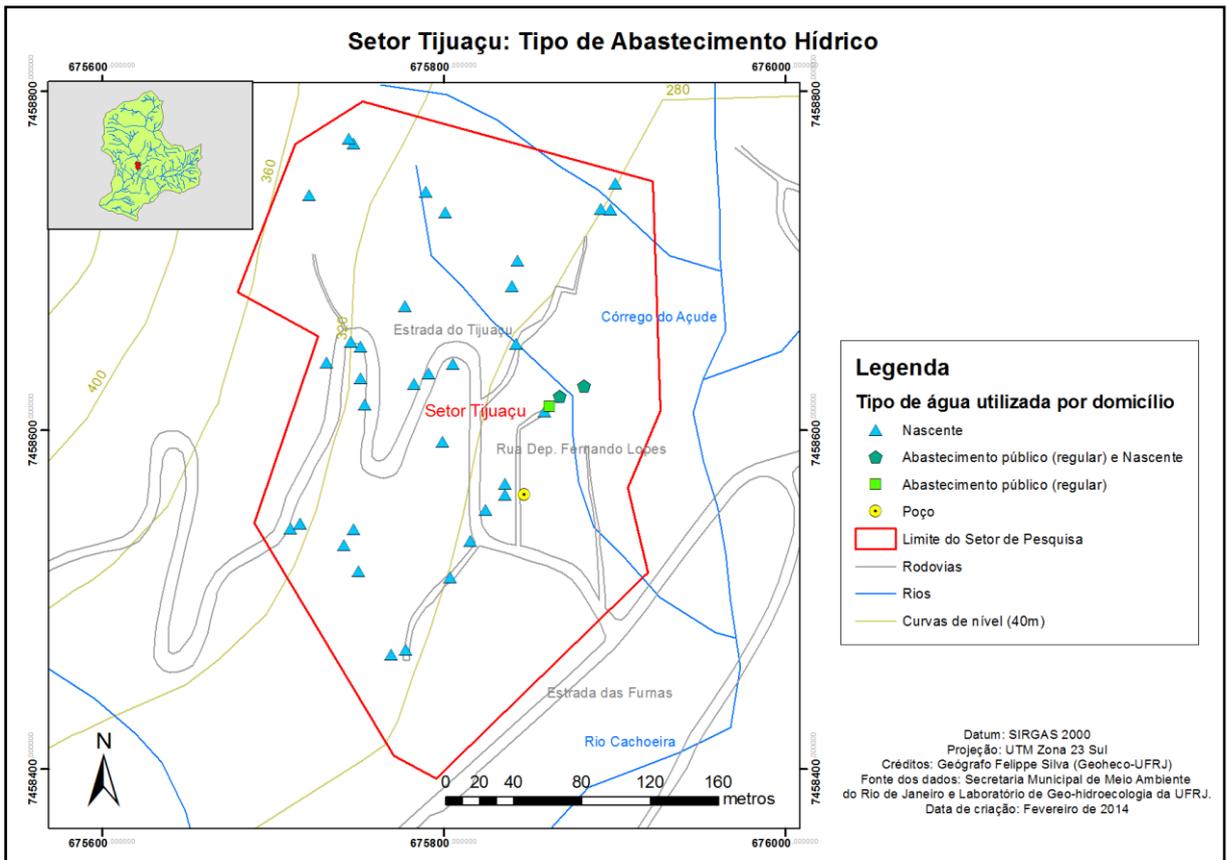


Figura 6.30 - Mapa dos tipos de abastecimento de água por domicílio no Setor Tijuçu.

O abastecimento hídrico a partir de águas de nascentes é informalmente administrado por um grupo de moradores que se responsabilizam pela manutenção das estruturas de captação e distribuição da água para toda a comunidade. Uma quantia em dinheiro é paga pelos moradores em troca do serviço. Esse tipo de abastecimento vem sendo usado há bastante tempo pela população, tendo se iniciado há cerca de 30 anos.

Não há graves problemas de escassez quantitativa da água na comunidade, segundo a maioria dos moradores. Dentre os entrevistados, 69% afirmam não haverem problemas de falta d'água em suas residências. Casos de ocorrência eventual de falta d'água foram confirmados por 28% dos moradores. As ocorrências de falta d'água muito frequente são bastante raras, restringindo-se a uma minoria de apenas 3% (fig. 6.31). Os domicílios em que não há problema de falta d'água distribuem-se predominantemente e isotropicamente por todo o território, enquanto os casos de ocorrência eventual, embora consideravelmente dispersos, tendem a se concentrar mais em sua porção oeste, entre o limite ocidental do setor e a Estrada do Tijuaçu: do total de domicílios com falta d'água eventual, cerca de 82% se encontram nessa região (fig. 6.32).

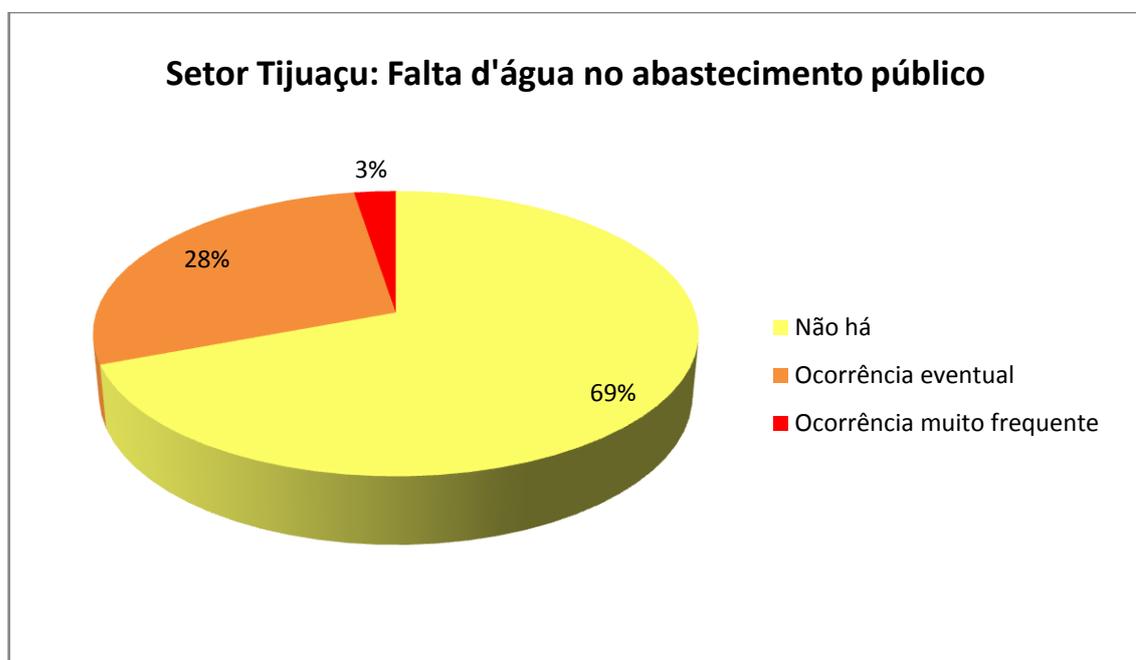


Figura 6.31 - Gráfico dos percentuais para cada classe de escassez quantitativa de água no abastecimento público do Setor Tijuaçu.

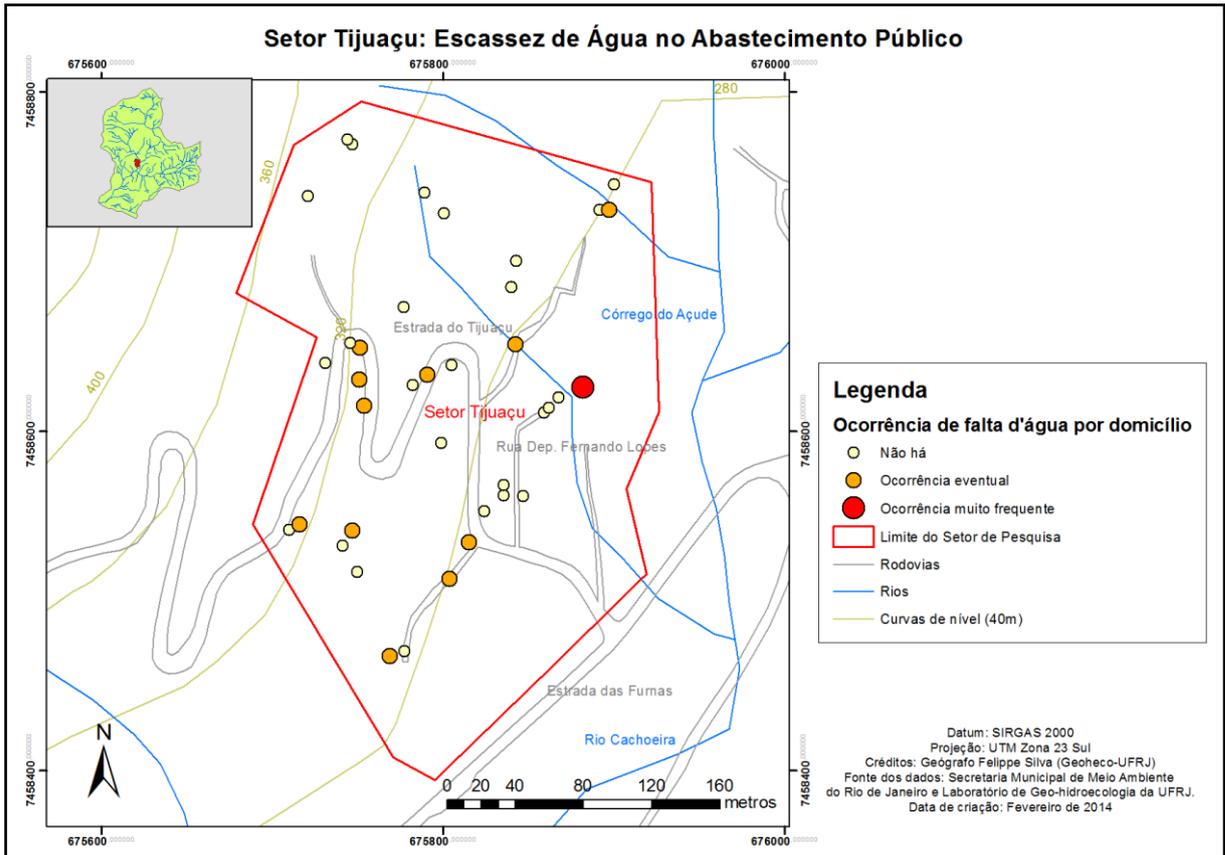


Figura 6.32 - Mapa dos níveis de escassez quantitativa de água por domicílio no Setor Tijuacu.

De modo geral, os moradores consideram as águas provenientes das nascentes bastante abundantes, sendo pouquíssimo frequentes os casos de grave escassez. A escassez quantitativa de água preocupa pouco a população. Mesmo nos domicílios onde há escassez eventual de água, o problema tende a ser minimizado pela maioria dos residentes locais. Estes casos de escassez eventual geralmente ocorrem durante eventos de chuvas mais intensas que acabam por prejudicar o abastecimento devido ao entupimento e danificação das canalizações de captação por folhas, galhos e sedimentos provenientes do intenso escoamento superficial, fato que revela a grande precariedade dessas estruturas. Mas geralmente o problema é logo resolvido pelos administradores do serviço informal de abastecimento. Segundo uma moradora, esses eventos de escassez eventual ocorrem em média uma vez por mês, durando de 2 a 3 dias no máximo. O único caso de falta d'água muito frequente encontrado foi o de um domicílio que depende da água derivada do abastecimento público regular da CEDAE, tipo de abastecimento praticamente inexistente no Setor.

Praticamente todos os entrevistados avaliam bem a qualidade da água que abastece os seus domicílios: 90% dos moradores consideram a água usada no abastecimento de boa

qualidade, ao passo que, somente 8% a consideram de qualidade intermediária e 2% de qualidade ruim (fig. 6.33). Pelo mapa apresentado na figura 6.34 observa-se que os domicílios em que a água é considerada de boa qualidade apresentam-se majoritariamente distribuídos por todo o território do Setor. As ocorrências referentes às classes de qualidade intermediária e ruim se concentram no trecho mais setentrional da Estrada do Tijuáçu, mas são bastante inexpressivas.

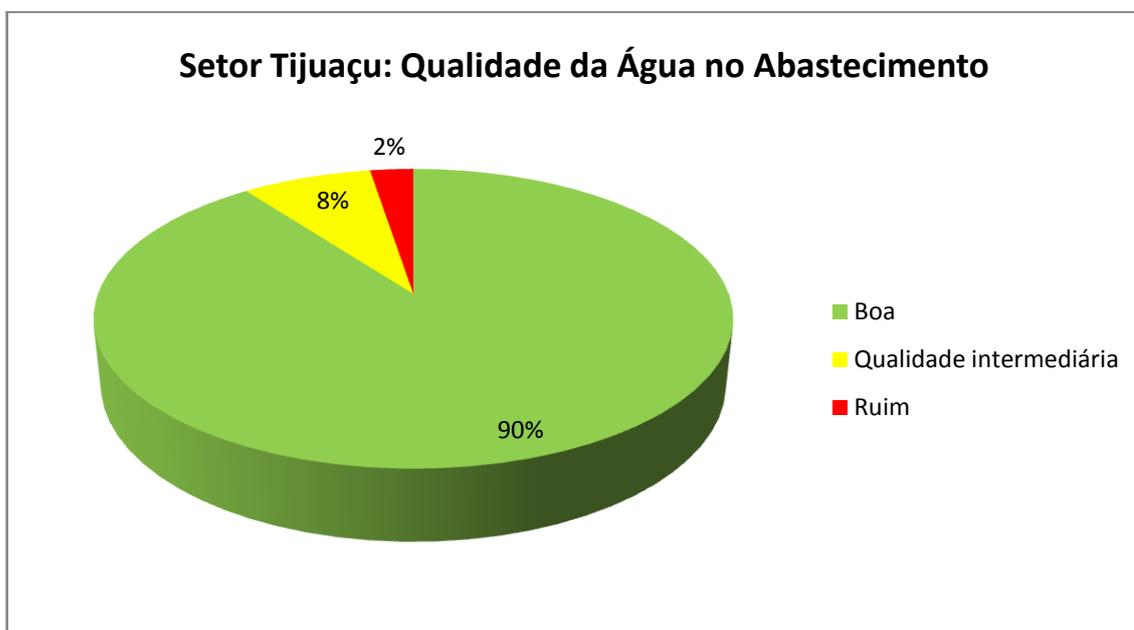


Figura 6.33 - Gráfico dos percentuais para cada classe de qualidade da água no abastecimento público do Setor Tijuáçu.

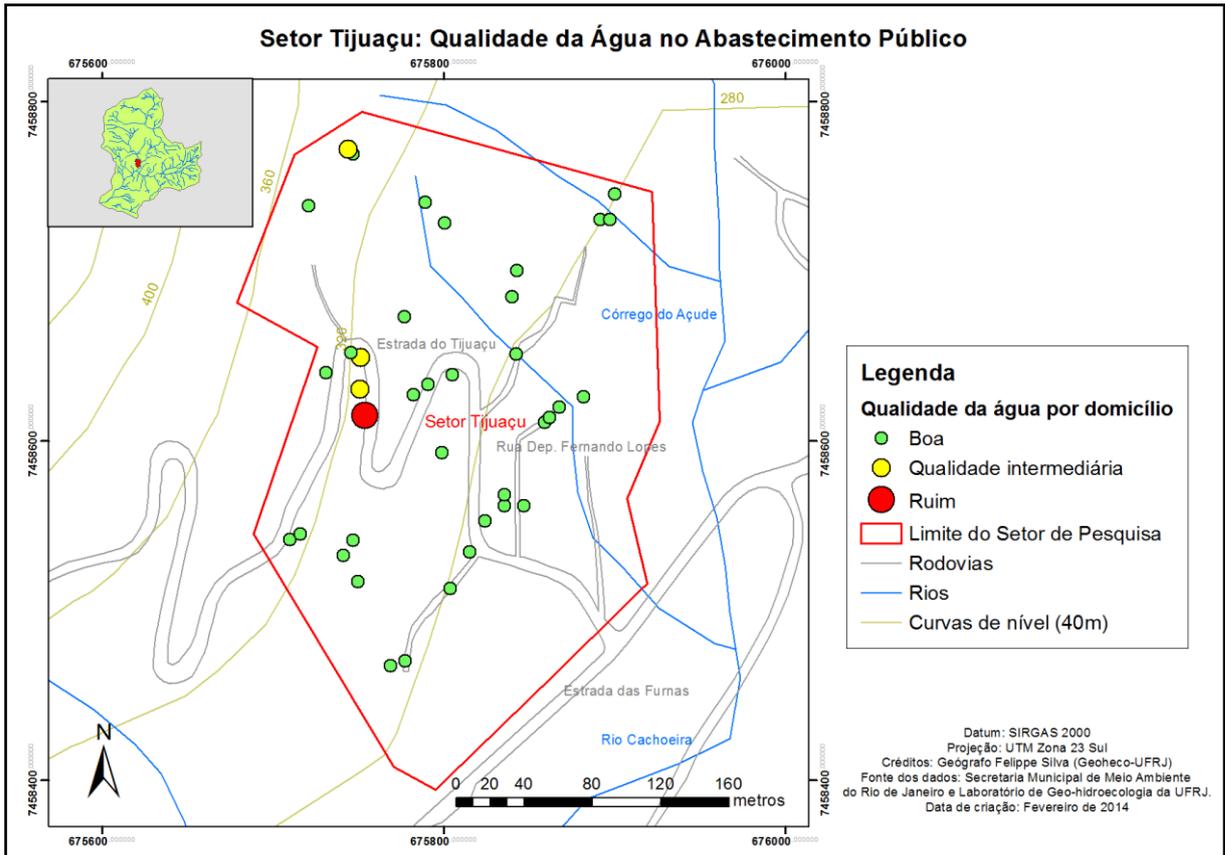


Figura 6.34 - Mapa dos níveis de qualidade da água por domicílio no abastecimento hídrico do Setor Tijuáçu.

Em geral, a qualidade da água das nascentes é considerada satisfatória para todos os usos domésticos, menos para dessedentação. Para essa finalidade alguns moradores recorrem à captação de águas da nascente da Taquara, próxima ao Colégio Santa Marcelina (já no Setor Alto da Boa Vista). Não raro há entre os moradores a errônea ideia que associa fontes de nascentes com boa qualidade da água. Muitos moradores mostraram-se convictos de estarem consumindo uma água de boa qualidade pelo simples fato desta ser derivada das nascentes. A este respeito uma importante informação foi dada por um dos mais antigos moradores do Tijuáçu, residente na comunidade há 30 anos e um dos primeiros a fazer uso da captação da água de mananciais próximos. Ele afirma que as fontes que abastecem a comunidade encontram-se consideravelmente degradadas pela ação poluidora de pequenas atividades agropecuárias existentes mais a montante. Porém, segundo o morador, as pessoas que prestam o serviço de abastecimento informal fazem uma propaganda de que a água das nascentes é limpa para os moradores da comunidade.

O esgoto de quase todos os domicílios (95%) é destinado à rede de esgotamento sanitário. Os 5% restantes utilizam fossas sépticas como forma de destinação de esgotos (fig. 6.35). Os domicílios conectados à rede geral de esgotamento sanitário distribuem-se dispersadamente por todo o território, enquanto os casos de domicílios com fossa são

geograficamente pouco significativos (fig. 6.36). A instalação de uma rede de tubulações para a drenagem dos esgotos foi realizada há 5 anos pela Prefeitura.

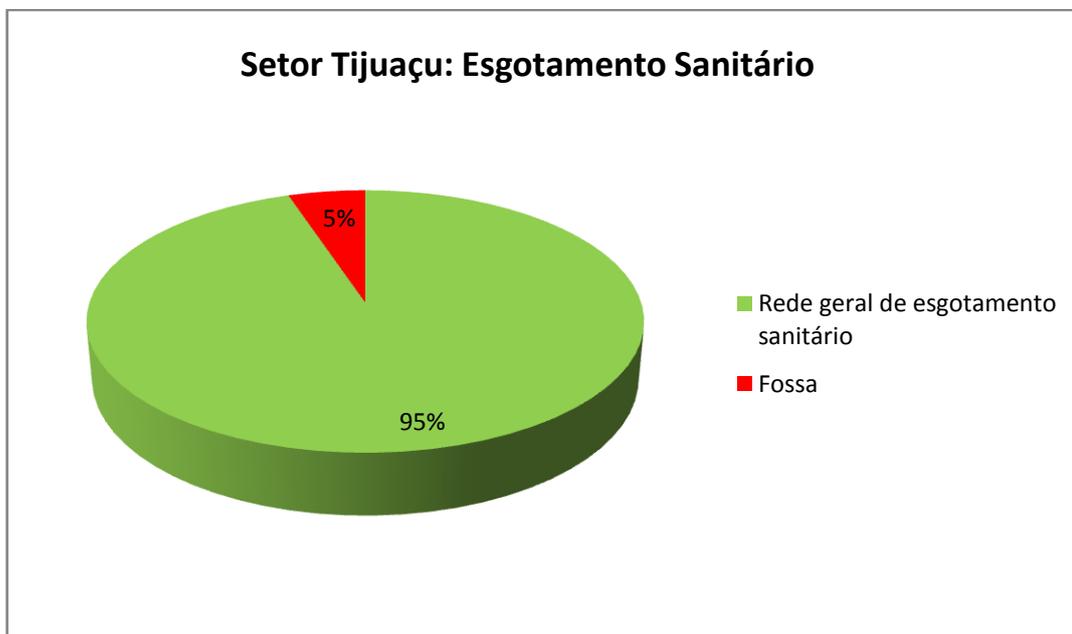


Figura 6.35 - Gráfico dos percentuais para cada formas de destinação do esgoto no Setor Tijuacu.

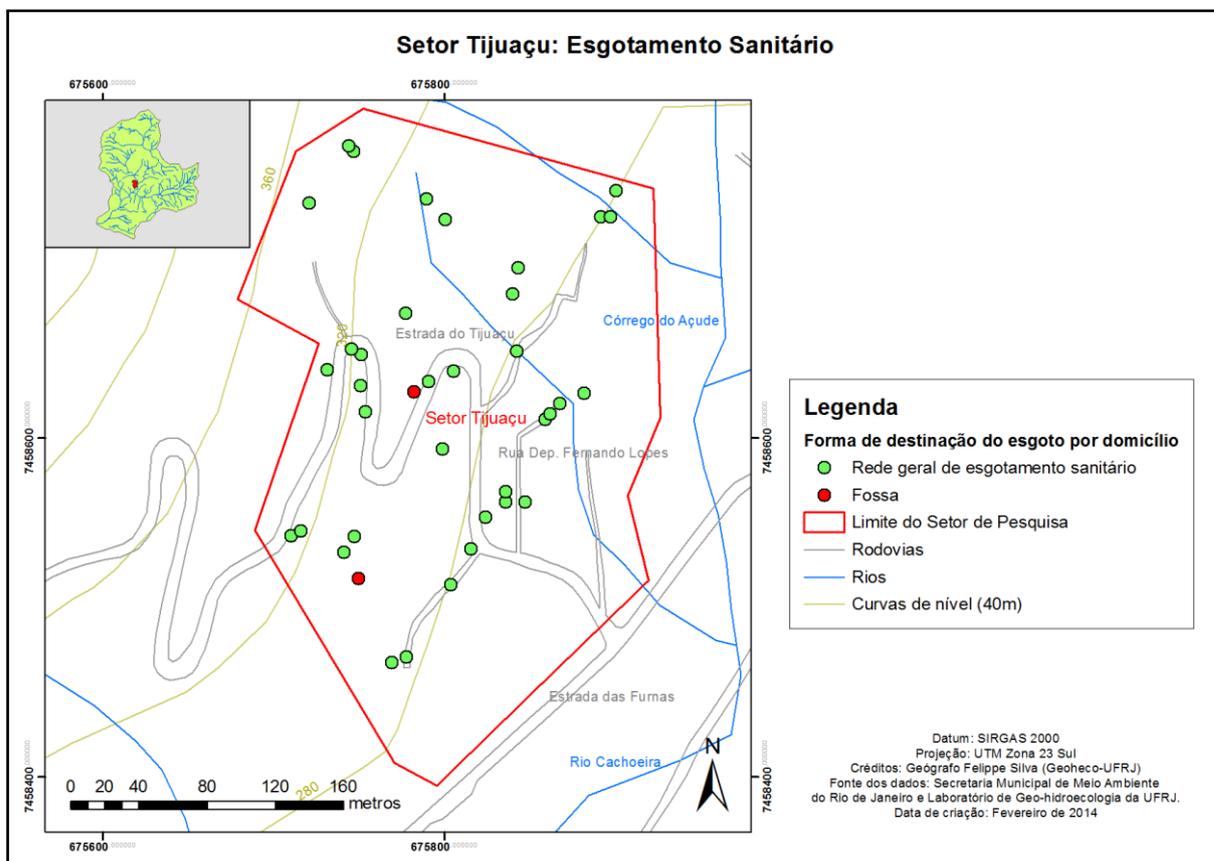


Figura 6.36 - Mapa das formas de destinação do esgoto por domicílio no Setor Tijuacu.

No que se refere ao uso múltiplo da água, o uso da água para fins domésticos é evidentemente o tipo de uso predominante e existente em todos os domicílios: 82% dos entrevistados afirmaram fazer uso da água exclusivamente para esta função e desconhecem casos de outros usos da água na comunidade (fig. 6.37). O uso da água de mananciais locais para fins recreativos e pesca (pouquíssimo significativos) foi apontado respectivamente por 10% e 8% dos entrevistados.

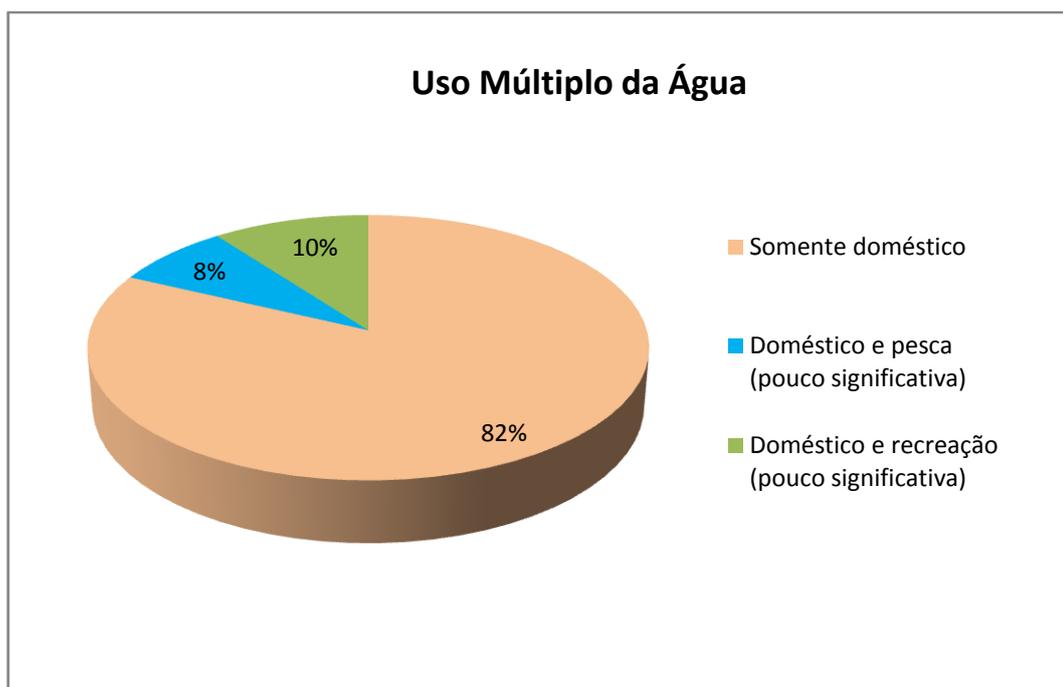


Figura 6.37 - Gráfico dos percentuais para cada forma de uso da água no Setor Tijuçu.

A abundância quantitativa e qualitativa de água no abastecimento hídrico faz com que conflitos por água entre moradores sejam muito raros no Tijuçu. Apenas 15% dos entrevistados afirmam que já houve conflitos desse tipo, envolvendo não eles próprios, mas seus vizinhos (fig. 6.38). Trata-se de alguns raros e isolados desentendimentos entre moradores envolvendo o uso compartilhado de bombas hidráulicas.

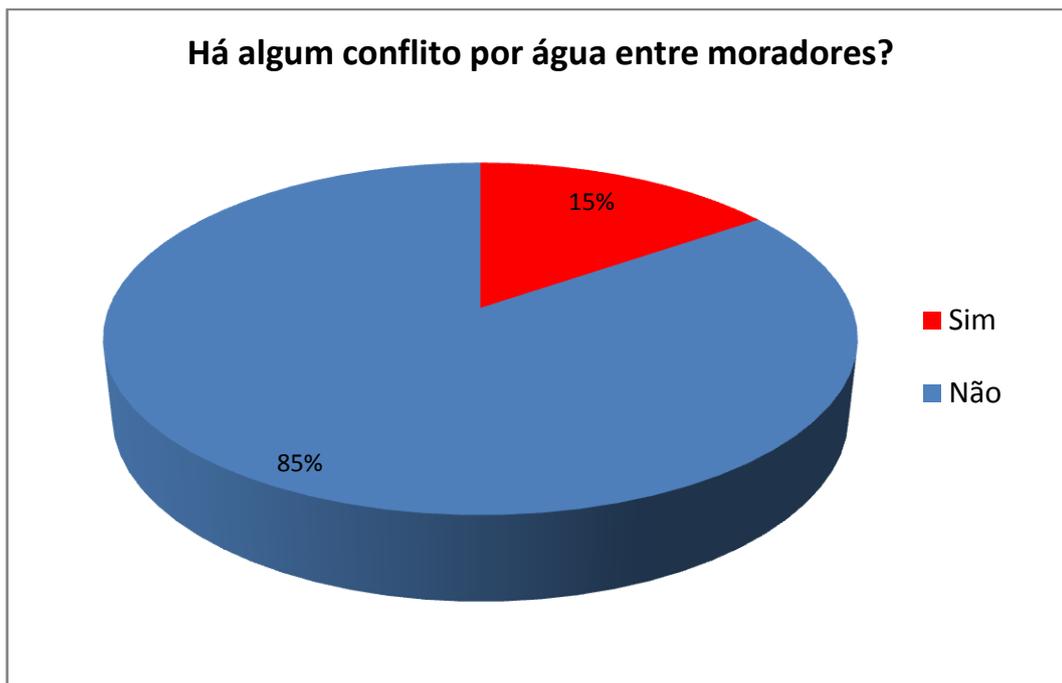


Figura 6.38 - Gráfico dos percentuais para as alegações de presença ou ausência de conflitos por água entre moradores no Setor Tijuacu.

A maioria dos moradores demonstra não se incomodar muito com a ausência do Poder Público e da CEDAE no que se refere ao abastecimento de água na comunidade, estando relativamente satisfeitos com a abundância das águas oferecidas pelas nascentes utilizadas. Oitenta e sete por cento dos entrevistados afirmam não haver presença recente do Poder Público para a melhoria das condições de uso da água na região (figura 6.39). Os 13% que afirmaram o contrário informam que no início do ano de 2013 a prefeitura realizou trabalhos de retirada de detritos no Córrego do Açude e no Rio Cachoeira.



Figura 6.39 - Gráfico dos percentuais para as alegações de presença ou ausência do Estado para a melhoria das condições de uso da água, segundo os moradores do Setor Tijuacu.

6.4 SETOR ALTO DA BOA VISTA

Os levantamentos de campo mostraram que a população do Setor Alto da Boa Vista é bastante dependente das nascentes da Floresta da Tijuca. Mais da metade dos domicílios visitados (52%) são abastecidos via captação de águas de nascentes, enquanto 28% deles são atendidos pela rede regular de abastecimento público (fig. 6.40). Estes últimos são abastecidos pelas águas tratadas da UTA Afonso Viseu. Além destes, outros 20% dos domicílios fazem uso misto das águas do abastecimento público regular e daquelas derivadas de nascentes, o que amplia para 72% a proporção de domicílios que alternada ou exclusivamente dependem dos mananciais de nascentes locais. O mapa dos tipos de abastecimento para o Setor (fig. 6.41) revela considerável sobreposição dos padrões espaciais apresentados pelas três formas de abastecimento existentes ao longo do território. Porém, algumas tendências podem ser inferidas: o abastecimento regular predomina nas porções leste e nordeste do Setor, entre os domicílios situados no entorno da Praça Afonso Viseu e na Rua Amado Nervo. Por outro lado, o abastecimento através de nascentes é mais notório nas porções central, sul e sudeste do território. Dentre as fontes de nascentes usadas para o abastecimento foram citadas a nascente da Taquara e a da Cascatinha

localizadas no Parque Nacional da Tijuca. A nascente da Taquara é usada, inclusive, pelos moradores da Comunidade Agrícola, como veremos mais adiante. O abastecimento misto regular-nascente, por sua vez, não possui padrão de distribuição bem definido, intercalando-se entre domicílios com abastecimento regular e domicílios com abastecimento por nascente.

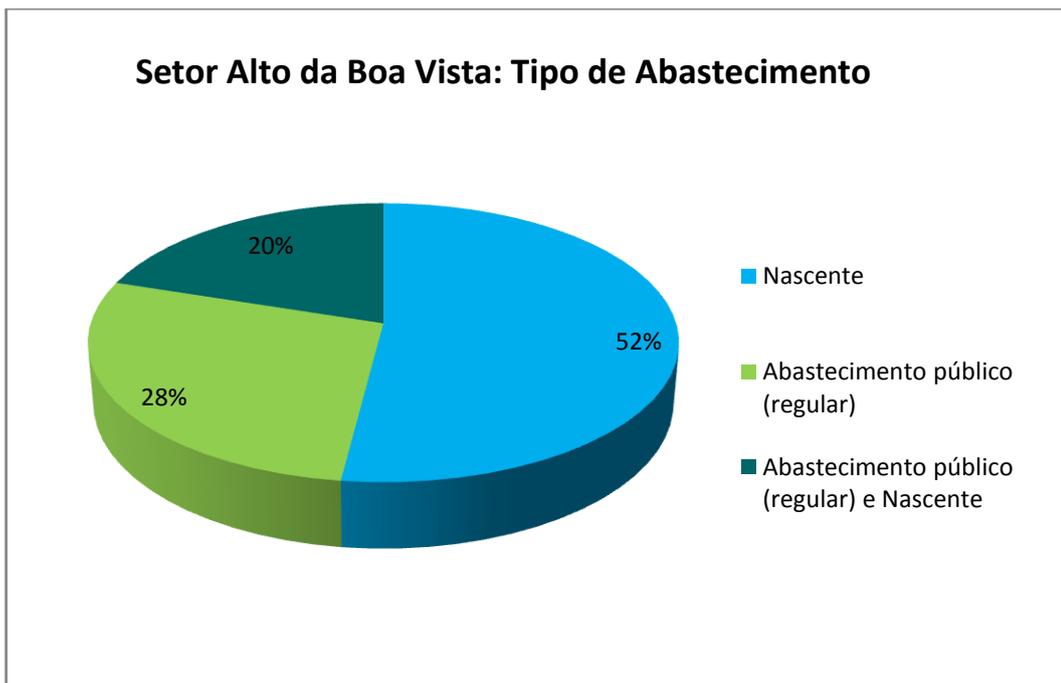


Figura 6.40 - Gráfico dos percentuais para cada tipo de abastecimento hídrico existente no Setor Alto da Boa Vista

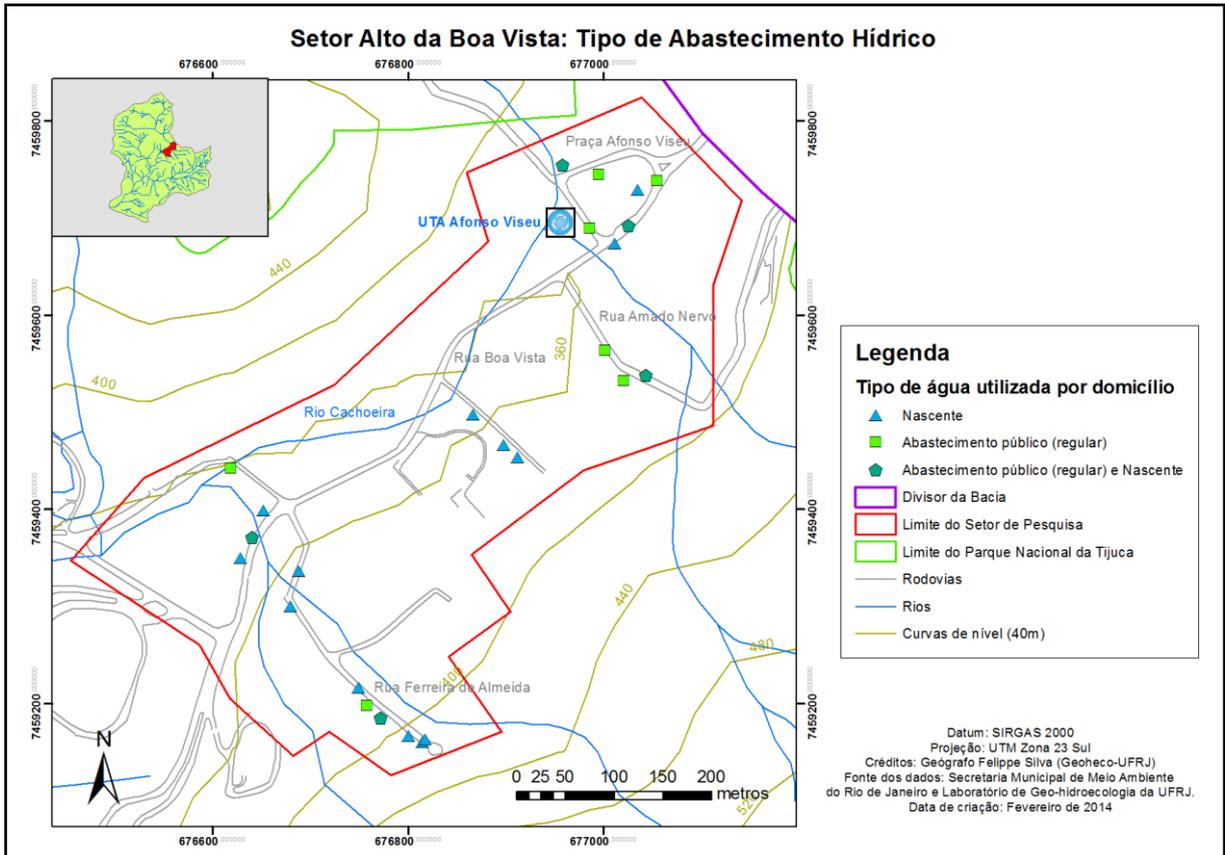


Figura 6.41 - Mapa dos tipos de abastecimento de água por domicílio no Setor Alto da Boa Vista.

A escassez quantitativa de água no abastecimento é um problema minoritário no setor, sendo inexistente em 68% dos domicílios (fig. 6.42). As ocorrências de falta d'água eventual foram apontadas por 16% dos moradores, igualando-se aos pontos percentuais dos que reportaram sofrer o problema com muita frequência. Os poucos casos de escassez muito frequente se concentram na pequena área situada entre a Rua Boa Vista e o trecho inicial da Rua Ferreira de Almeida, no sudoeste do Setor, ao passo que os domicílios nos quais não há falta d'água são mais frequentes na região da Praça Afonso Viseu, à Nordeste (fig. 6.43). Os domicílios com escassez de água eventual intermediam essas duas regiões.

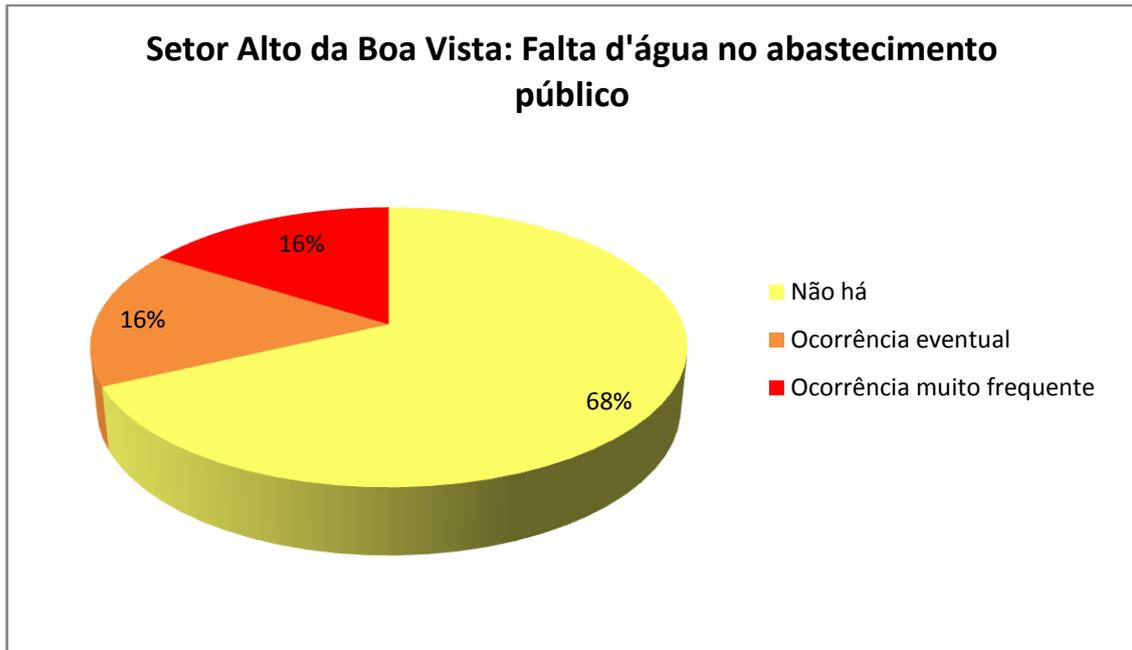


Figura 6.42 - Gráfico dos percentuais para cada classe de escassez quantitativa de água no abastecimento público do Setor Alto da Boa Vista

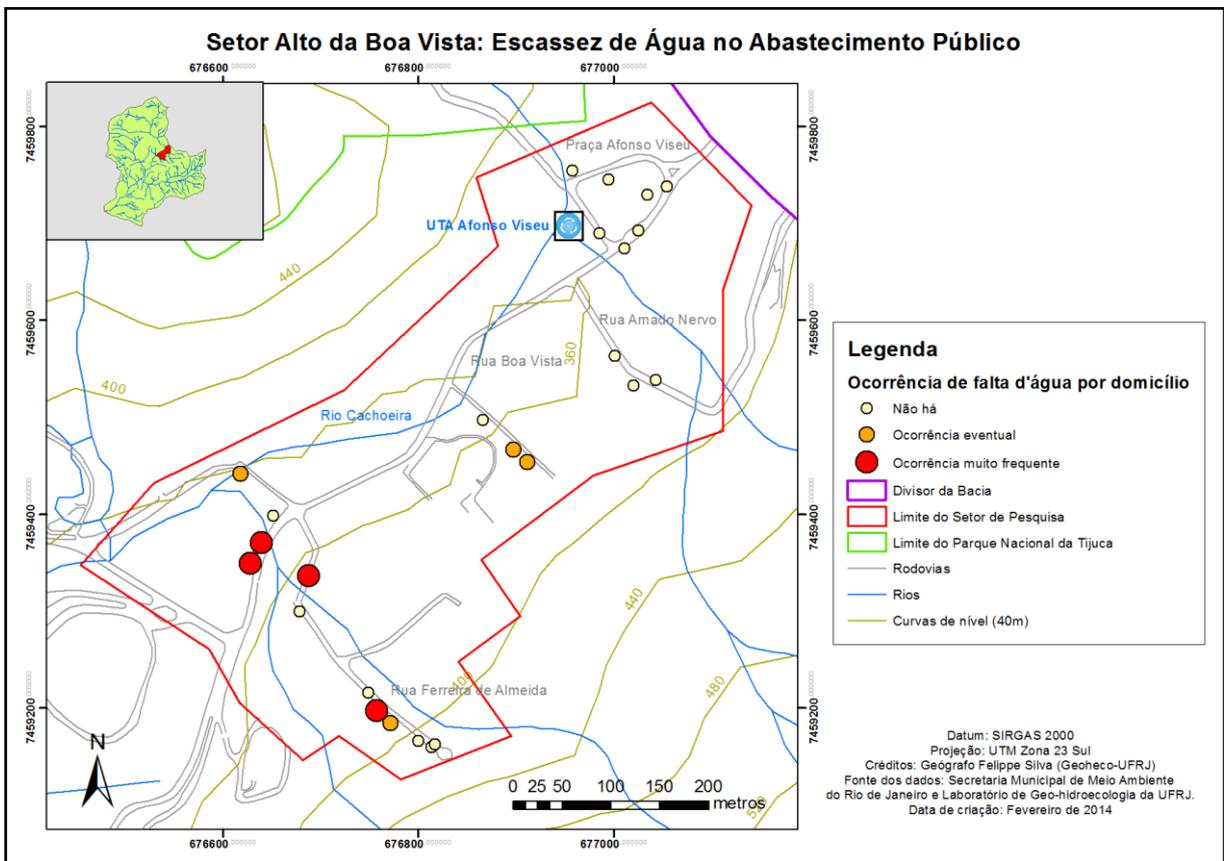


Figura 6.43 - Mapa dos níveis de escassez de água por domicílio no abastecimento do Setor Alto da Boa Vista.

O problema de falta d'água é raro na região e geralmente ocorre mais no verão, segundo os moradores. Na pequena área onde se concentram os casos de ocorrência mais frequente de escassez, foram apontados problemas de dificuldades para a chegada das águas de nascentes e do abastecimento público regular às residências do lado par da Rua Boa Vista (lado esquerdo da Rua, no sentido Itanhangá), devido à cota altimétrica ser aí sensivelmente maior. Além disso, há relatos de desvios das águas da nascente da Cascatinha, que abastece a região, por terceiros, inclusive pelo Corpo de Bombeiros que utiliza a água da nascente para o recarregamento de hidrantes, conforme informado pela moradora de um desses domicílios.

A maioria dos moradores do Setor avalia como satisfatória a qualidade das águas que abastecem suas residências. A água é considerada boa em 80% dos domicílios (fig. 6.44). Sua qualidade é tida como intermediária em 8% deles. Domicílios em que a água do abastecimento regular é considerada boa, mas a da nascente ruim, ou o contrário, somam cada um 4 pontos percentuais. O mapa das classes de qualidade da água para o Setor indica que a água utilizada no abastecimento é considerada boa em praticamente todos os domicílios, sendo os casos de avaliação da água como intermediária e ruim, bastante isolados (fig. 6.45). A CEDAE vem fazendo trabalhos de avaliação e monitoramento hidroquímico da qualidade da água utilizada no abastecimento público da região abastecida pela UTA de Afonso Viseu e divulgando relatórios anuais desde 2009. Amostras de água são coletadas semestralmente por funcionários da CEDAE em domicílios aleatoriamente selecionados (conforme apontado na seção 4.3). Algumas residências abastecidas por nascente utilizam filtros para o tratamento qualitativo da água desses mananciais, que em alguns casos é usada inclusive para dessedentação. Entre os pouquíssimos casos de insatisfação quanto à qualidade da água encontrados, estão queixas de teor excessivo de cloro na água do abastecimento público regular. Um caso isolado de uma moradora que teve problemas de saúde devido à qualidade da água da nascente foi verificado entre os entrevistados.

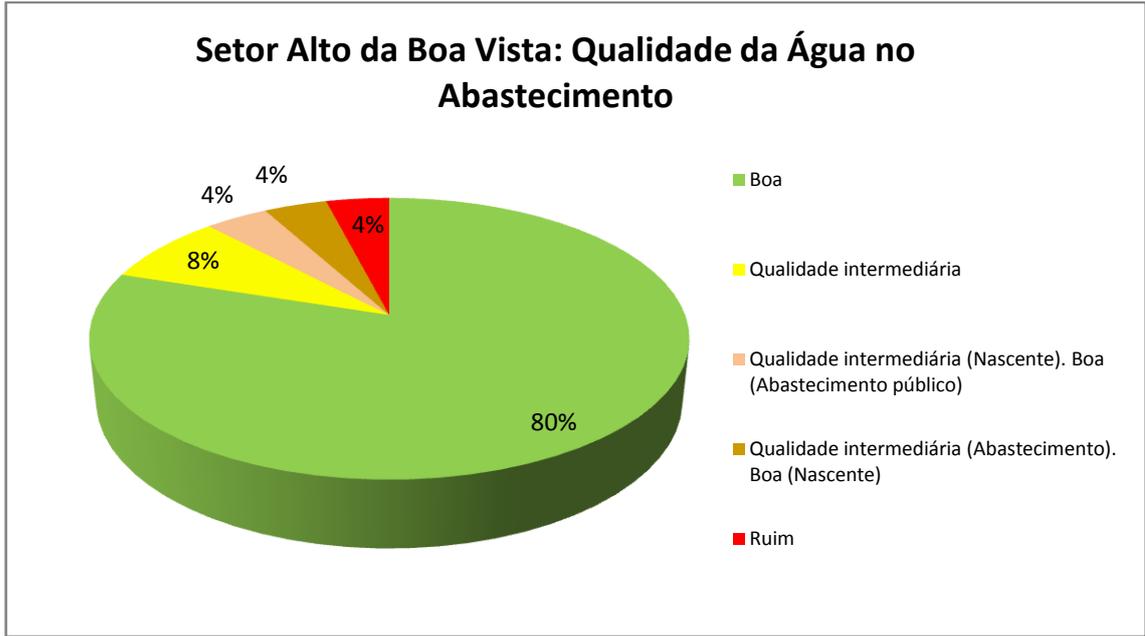


Figura 6.44 - Gráfico dos percentuais para cada classe de qualidade da água no abastecimento do Setor Alto da Boa Vista.

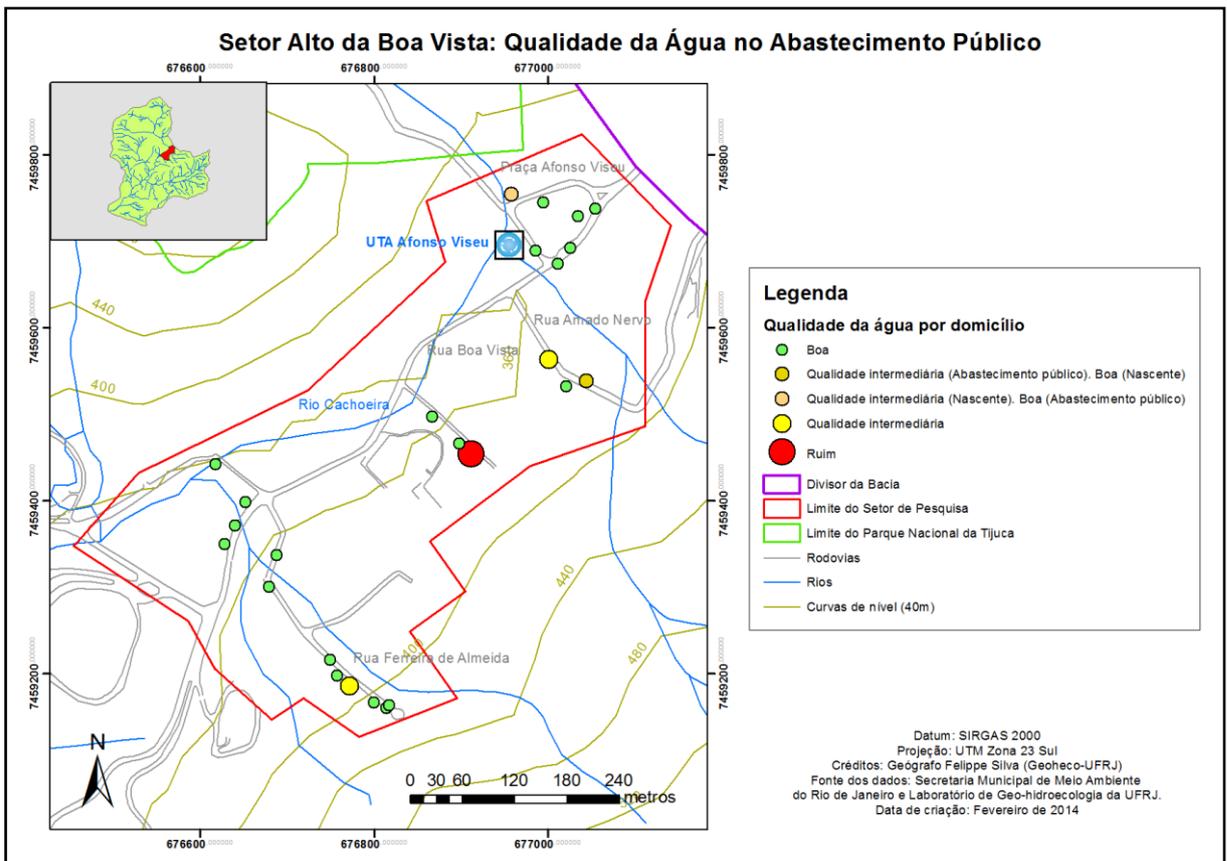


Figura 6.45 - Mapa dos níveis de qualidade da água por domicílio no abastecimento do Setor Alto da Boa Vista.

O indicador sobre destinação do esgoto revela uma distribuição percentual bastante equilibrada entre rede geral de esgotamento sanitário e fossas sépticas no Alto da Boa Vista: 56% dos domicílios possuem acesso à rede geral de esgotamento sanitário, ao contrário de outros 44% que precisam lançar mão do uso de fossas (fig. 6.46). Ressalte-se o percentual de quantidade de fossas no setor, um dos maiores de toda a Bacia do Cachoeira. O mapa da figura 6.47 apresenta uma distribuição bastante sobreposta e intercalada entre domicílios atendidos pela rede geral de esgotamento sanitário e domicílios com fossa. Ambos apresentam padrões espaciais bastante dispersos e indefinidos não havendo tendências de concentração espacial significativas por nenhuma das partes. Residências mais próximas à entrada do Parque Nacional da Tijuca possuem fossas adaptadas a filtros ecológicos, exigidos pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente (Inea), nos domicílios localizados nessa região.

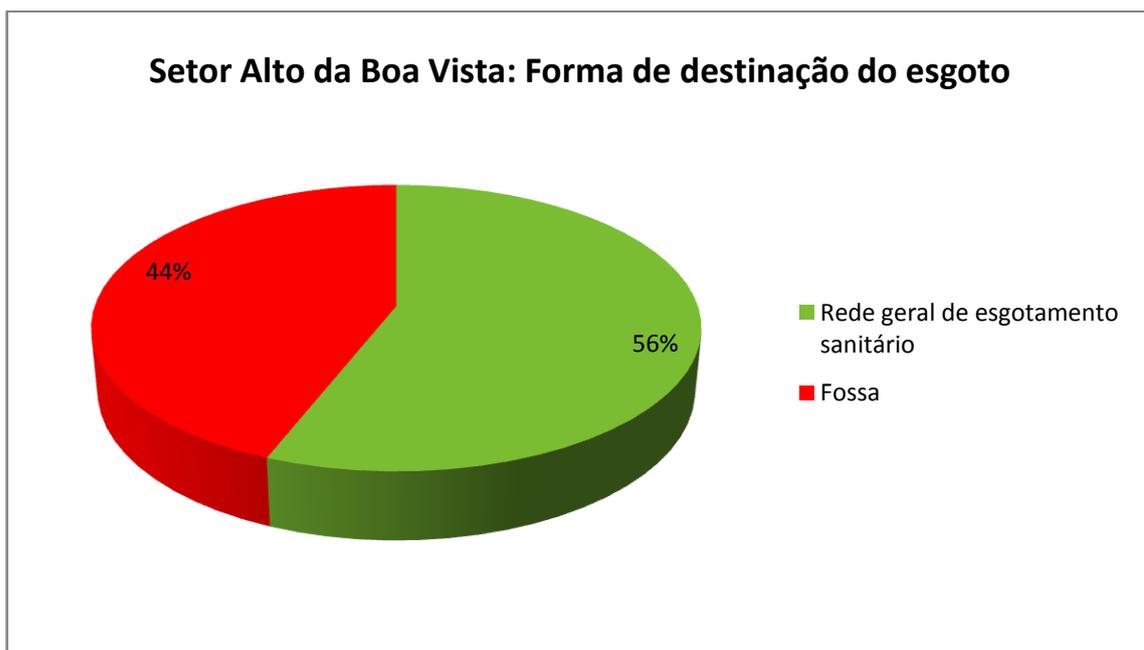


Figura 6.46 - Gráfico dos percentuais para cada forma de destinação do esgoto no Setor Alto da Boa Vista.

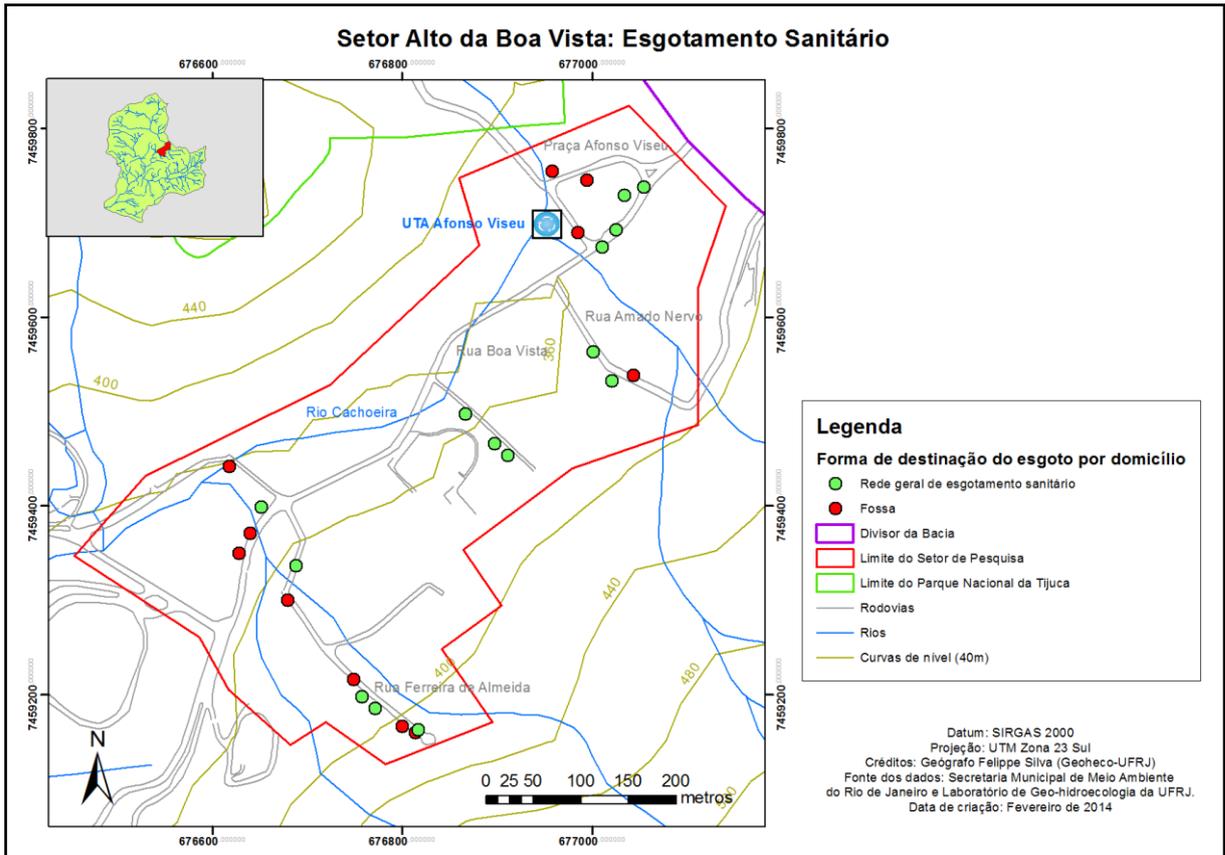


Figura 6.47 - Mapa das formas de destinação dos esgotos por domicílio no Setor Alto da Boa Vista.

O uso da água pela população do setor é exclusivamente destinado para fins domésticos, embora o uso recreativo da água de mananciais próximos, todos pertencentes ao Parque Nacional da Tijuca, seja bastante frequente. Os conflitos entre moradores envolvendo o uso da água são raros, fato demonstrado pelos escassos 12% de moradores que afirmam já terem estado envolvidos ou conhecerem conflitos do tipo em sua vizinhança (fig. 6.48). Entre estes, destaca-se um caso de desentendimentos entre moradores da Rua Ferreira de Almeida que compartilham a captação da água de uma mesma nascente ocorrido há 3 anos. Na ocasião, um evento de intensa chuva assolou a região danificando a estrutura de captação da água, a qual teve que ser duramente racionada pelos moradores. Durante o período de racionamento, o abastecimento acabou sendo priorizado para a família proprietária da nascente e administradora da captação e um domicílio acabou ficando sem água, gerando conflitos.

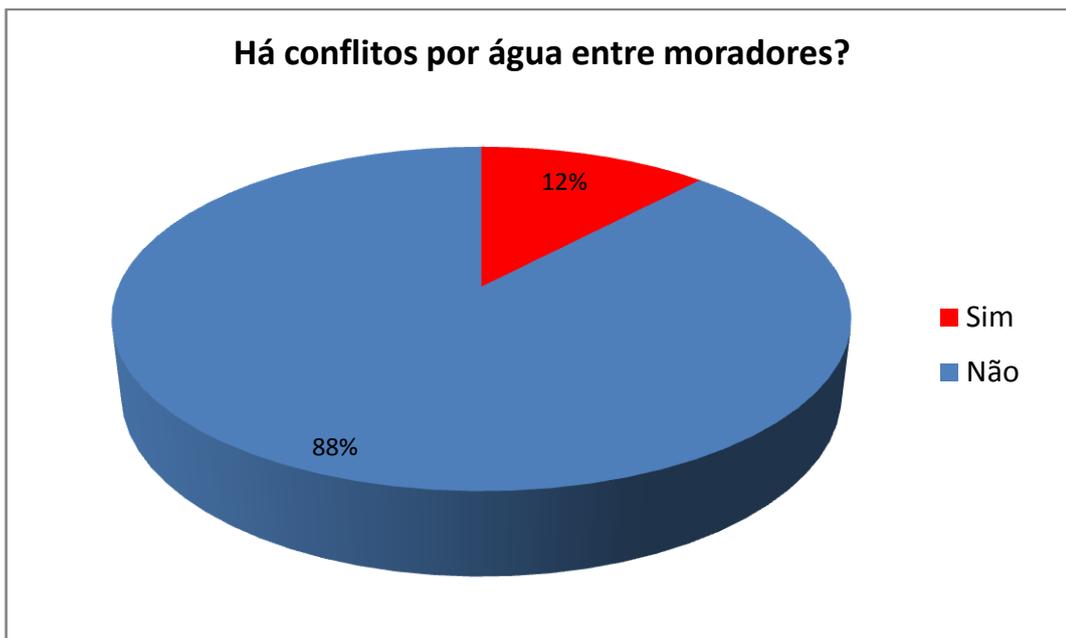


Figura 6.48 - Gráfico dos percentuais para as alegações de presença ou ausência de Conflitos por água entre moradores no Setor Alto da Boa Vista.

Relatos de conflitos por água entre moradores e usuário somam 24% do total de moradores entrevistados (fig. 6.49) e se referem a reclamações feitas junto à CEDAE pelos residentes dos poucos domicílios onde a falta d'água no abastecimento é muito frequente.

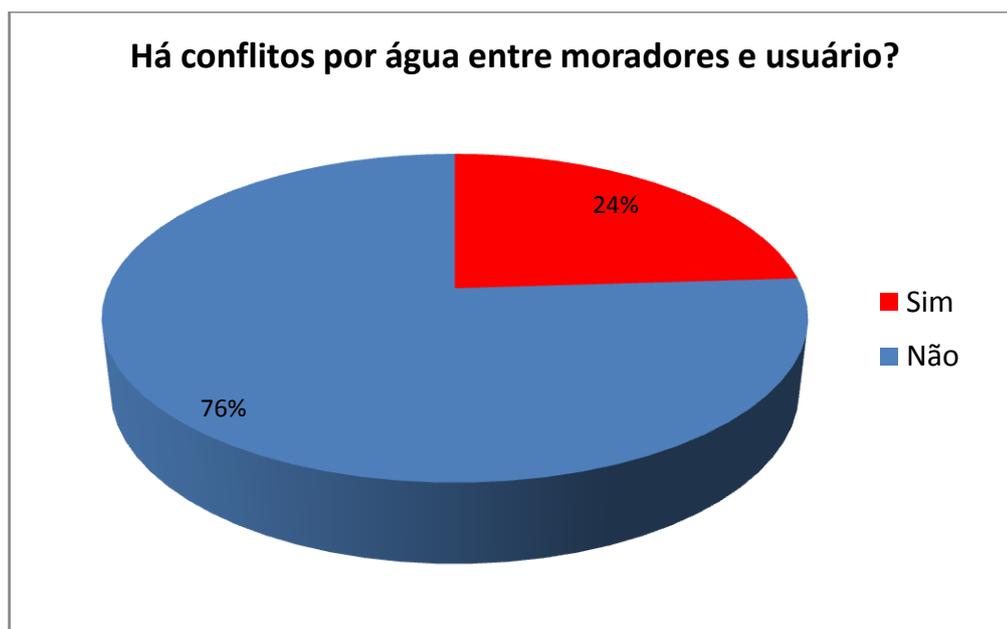


Figura 6.49 - Gráfico dos percentuais para as alegações de presença ou ausência de conflitos por água entre moradores e usuário (CEDAE) no Setor Alto da Boa Vista.

A presença recente do Estado na gestão do uso da água na região para a melhoria da qualidade e da distribuição da água que abastece a população é confirmada por 40% dos entrevistados (fig. 6.50). O trabalho de avaliação da qualidade da água feito periodicamente pela CEDAE foi o aspecto mais relatado quanto a este indicador.



Figura 6.50 - Gráfico dos percentuais para as alegações de presença ou ausência do Estado para a melhoria das condições de uso da água, segundo os moradores do Setor Alto da Boa Vista.

6.5 SETOR COMUNIDADE AÇUDE DA SOLIDÃO

Todos os domicílios do Setor Comunidade Açude da Solidão são abastecidos por captação de águas de nascentes próximas. A escassez hídrica é um fenômeno notório na região atingindo 43% dos domicílios, sendo os episódios de falta d'água eventuais em 28% e muito frequentes em 15% da aglomeração (fig. 6.51). Pouco mais da metade dos entrevistados (57%) alegam não existir o problema em suas residências. As ocorrências de falta d'água se devem ao entupimento das canalizações que captam as águas das nascentes em eventos de precipitação mais intensa e prolongada, problema que geralmente se resolve rapidamente, segundo os moradores. A qualidade da água é satisfatória para a grande maioria dos residentes: ela é considerada boa em 86% dos domicílios e intermediária em apenas 14% (fig. 6.52). Não foram encontradas queixas a respeito de má qualidade da água que abastece a região.

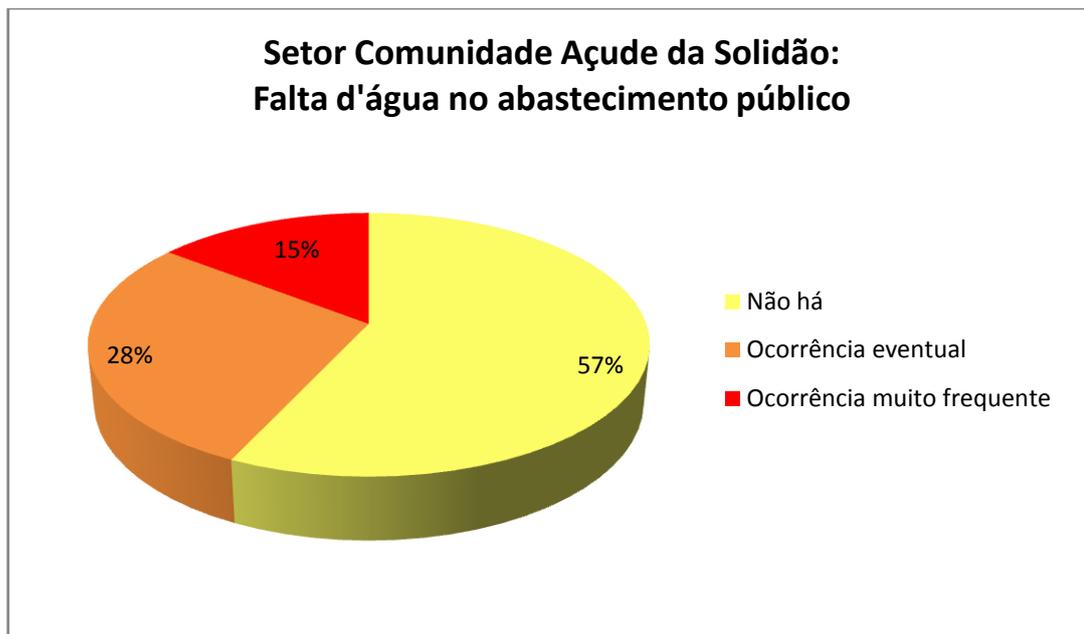


Figura 6.51 – Gráfico dos percentuais para cada classe de escassez quantitativa de água no abastecimento do Setor Comunidade Açude da Solidão.

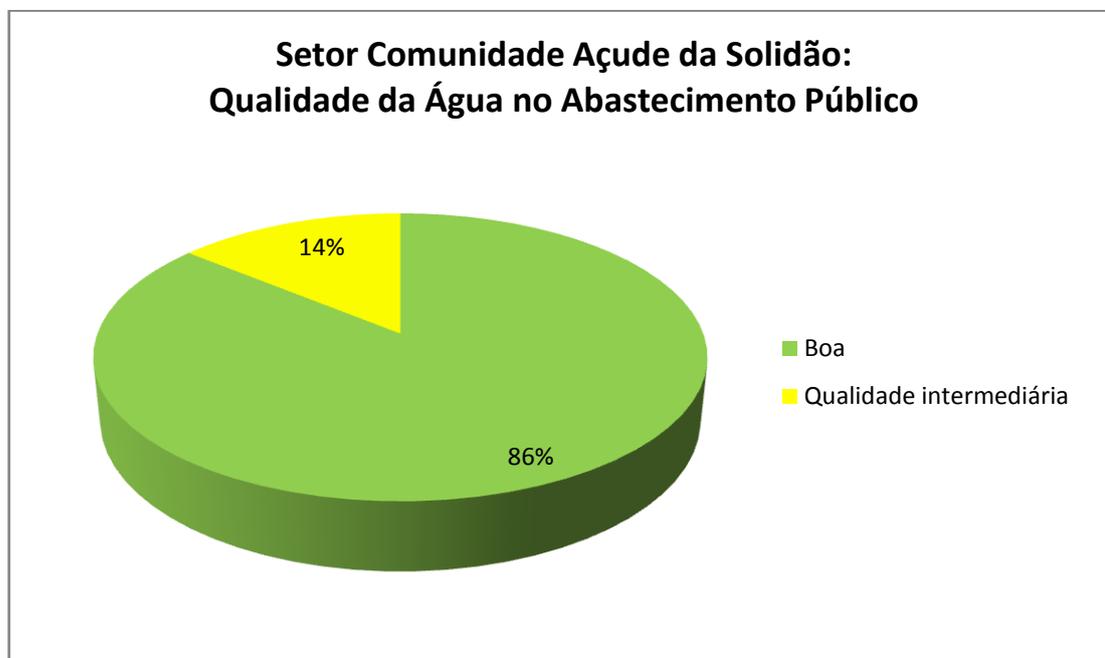


Figura 6.52 – Gráfico dos percentuais para cada classe de qualidade da água no abastecimento do Setor Comunidade Açude da Solidão.

A destinação dos esgotos é, sem dúvida, o aspecto que mais se destaca no uso da água pela população da Comunidade Açude da Solidão. A rede de esgotamento sanitário é praticamente inexistente no Setor, sendo a fossa séptica a forma de destinação dos esgotos de 86% dos domicílios (fig. 6.53). Segundo informações prestadas pelos moradores, há uma fossa local de grande capacidade que é compartilhada por grande parte da comunidade. O mapa da figura 6.54 revela como a utilização de fossas sépticas é generalizada no Setor, algo bastante preocupante haja vista a grande proximidade desses domicílios a um dos reservatórios hídricos mais antigos e importantes da Bacia do Cachoeira.

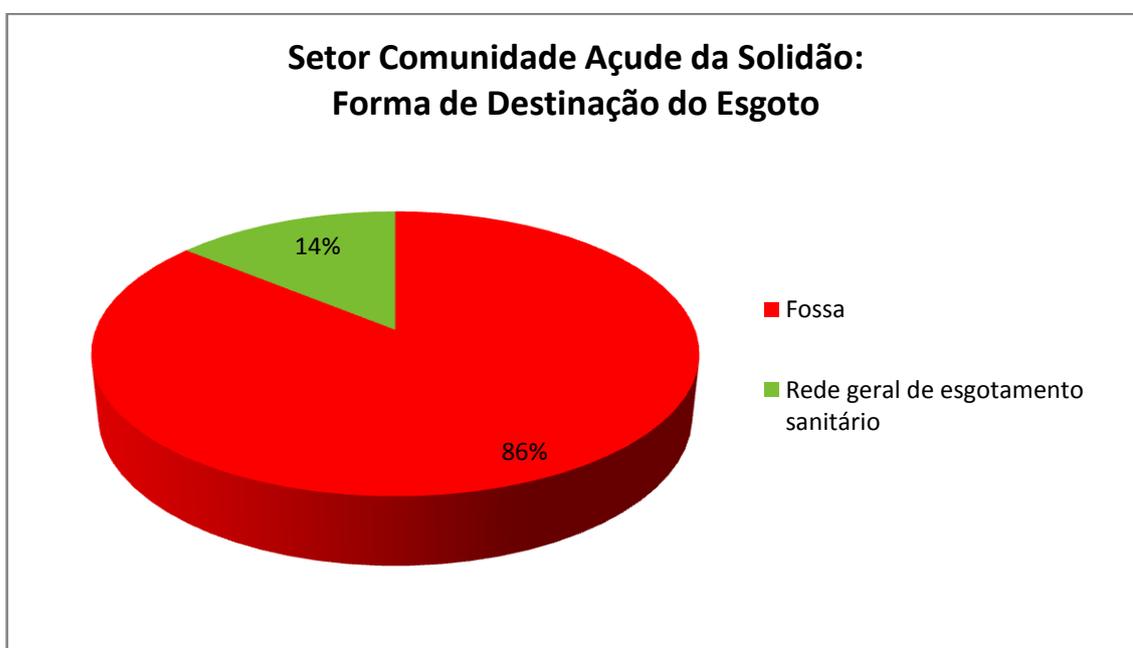


Figura 6.53 – Gráfico dos percentuais para cada forma de destinação do esgoto no Setor Comunidade Açude da Solidão.

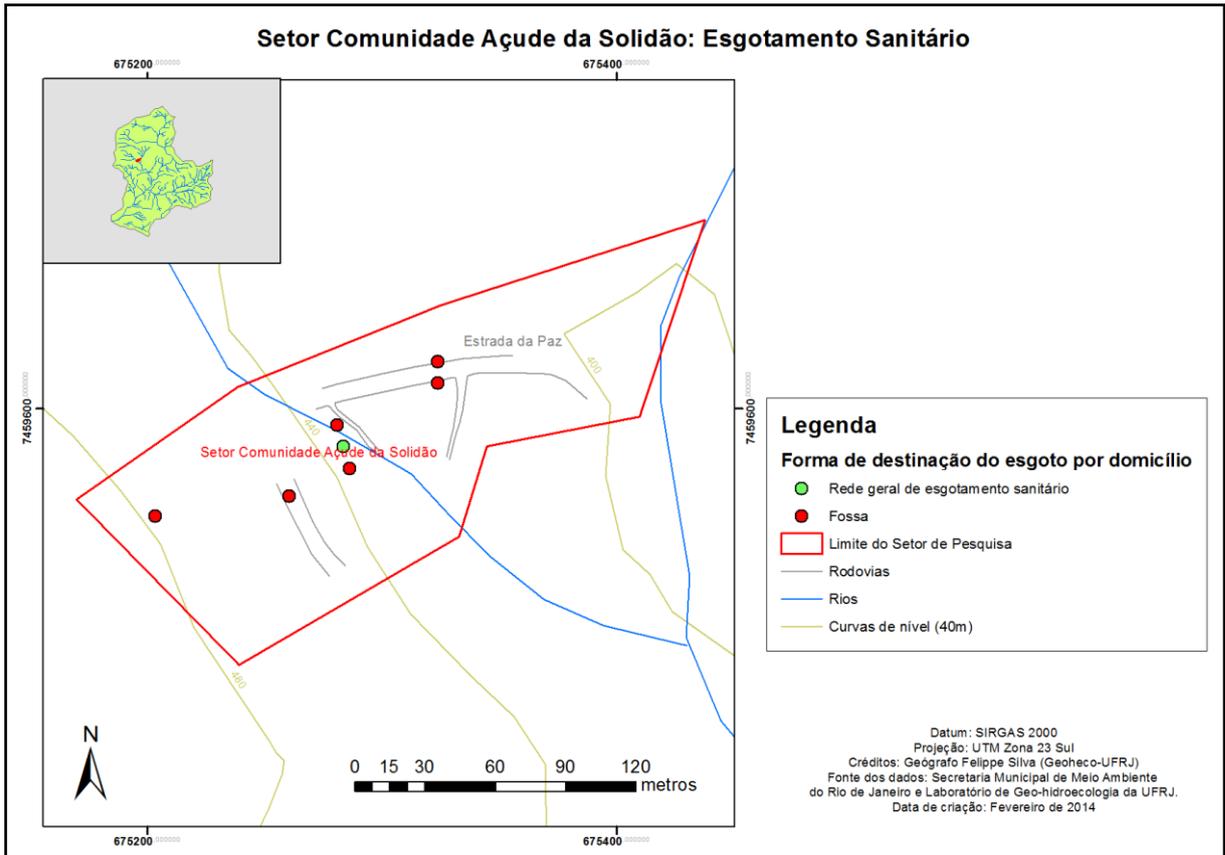


Figura 6.54 - Mapa das formas de destinação dos esgotos por domicílio no Setor Comunidade Açude da Solidão.

O uso da água no setor é exclusivamente doméstico e não há evidências de conflitos significativos entre moradores envolvendo o uso da água ou entre estes e usuários (CEDAE). A ausência do Estado no que se refere à melhoria das condições de uso da água no abastecimento público e no esgotamento sanitário no setor foi confirmada pela unanimidade dos entrevistados.

6.6 SETOR COMUNIDADE AGRÍCOLA

A Comunidade Agrícola é abastecida por águas captadas de nascentes em 100% dos seus domicílios, a maioria dos quais não sofre com problemas de escassez quantitativa de água no abastecimento público. Dentre todos os entrevistados, 74% confirmam não haver falta d'água em suas residências a não ser em raríssimos e pouco significativos episódios (fig. 6.55). A ocorrência eventual de escassez é alegada em 23% das residências, enquanto que os casos mais frequentes ocorrem em apenas 3%. O mapa da figura 6.56 revela que os poucos casos de domicílios com falta d'água eventual prevalecem ao longo da Rua A, mesmo logradouro em que se verificou a única ocorrência de domicílio em que o problema é muito frequente.

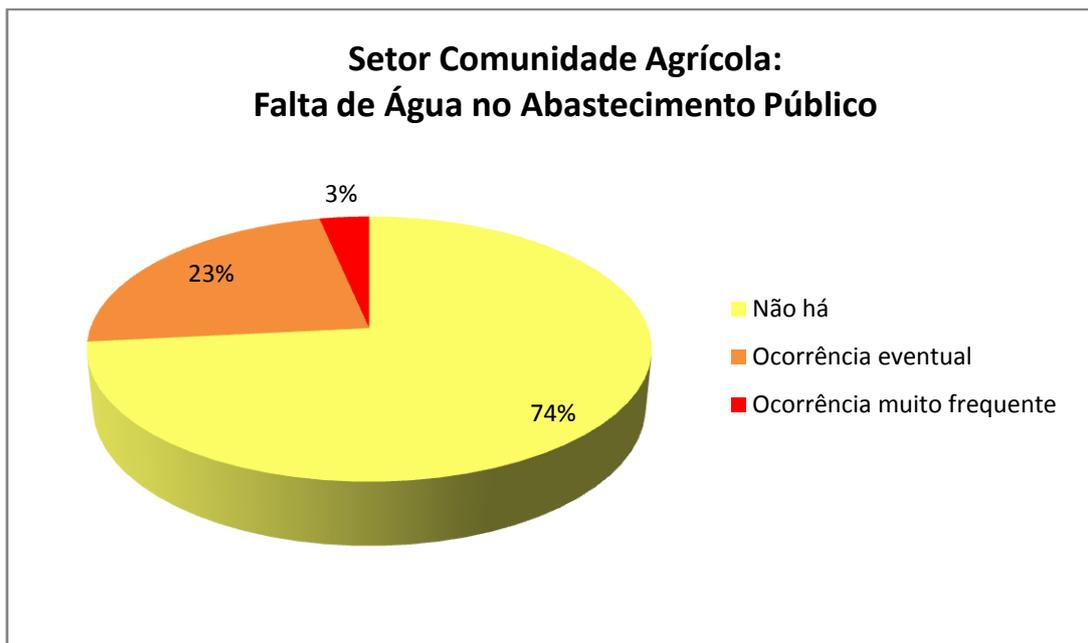


Figura 6.55 – Gráfico dos percentuais para cada classe de escassez quantitativa de água no abastecimento do Setor Comunidade Agrícola.

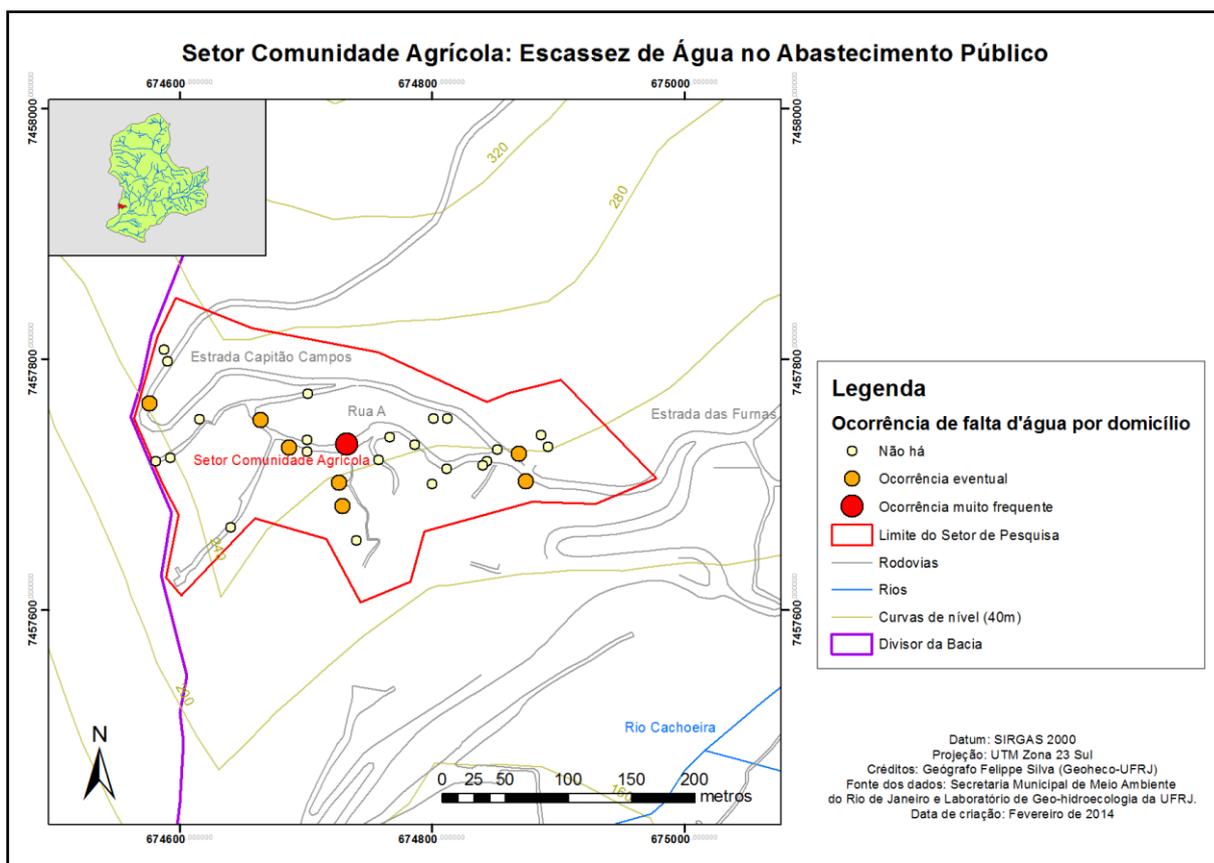


Figura 6.56 - Mapa das ocorrências de escassez de água por domicílio no abastecimento do Setor Comunidade Agrícola.

A água que abastece a comunidade é captada de várias nascentes, mas principalmente da nascente da Taquara, no Setor Alto da Boa Vista, próximo ao Corpo de Bombeiros do bairro. De lá é canalizada até a caixa d'água central da comunidade, que a distribui para a maioria das residências do Setor. A administração do abastecimento de água na comunidade é feita pela Associação de Moradores local. Conforme o relato de vários moradores, até cerca de 4 anos atrás, quando a comunidade era abastecida por outras nascentes de menor vazão, havia um grave problema de falta d'água na região, a ponto de frequentemente um morador não poder usar água demais sob pena de prejudicar o abastecimento de seus vizinhos. Mas desde então, quando a nascente da Taquara passou a ser adotada pela Associação de Moradores para o abastecimento, os casos de escassez de água se tornaram muito raros na comunidade. Assim como no Mata Machado, na Comunidade Açude da Solidão e no Tijuáçu, na Comunidade Agrícola os casos de ocorrência eventual de falta d'água geralmente ocorrem em eventos de chuvas mais intensas que algumas vezes chegam a danificar ou entupir as canalizações da captação que leva as águas das nascentes da Taquara para o reservatório central do Setor. Alguns moradores possuem caixa d'água reserva para o suprimento de água no abastecimento de suas residências nestes eventos emergenciais.

As avaliações positivas em relação à qualidade da água de nascentes utilizadas no abastecimento da Comunidade Agrícola demonstram uma proporção bastante similar a da inexistência de falta d'água: 77% dos moradores entrevistados consideram boa a qualidade da água que os abastece (fig. 6.57). Reclamações quanto à qualidade da água ocorrem em 23% dos domicílios, sendo a água de qualidade intermediária e de qualidade ruim para 10% e 13% dos entrevistados, respectivamente. Os casos de queixas dos moradores em relação a este indicador (qualidade intermediária ou ruim) são geograficamente pouco significativos e ocorrem apenas na rua A e na Estrada Capitão Campos (fig. 6.58).

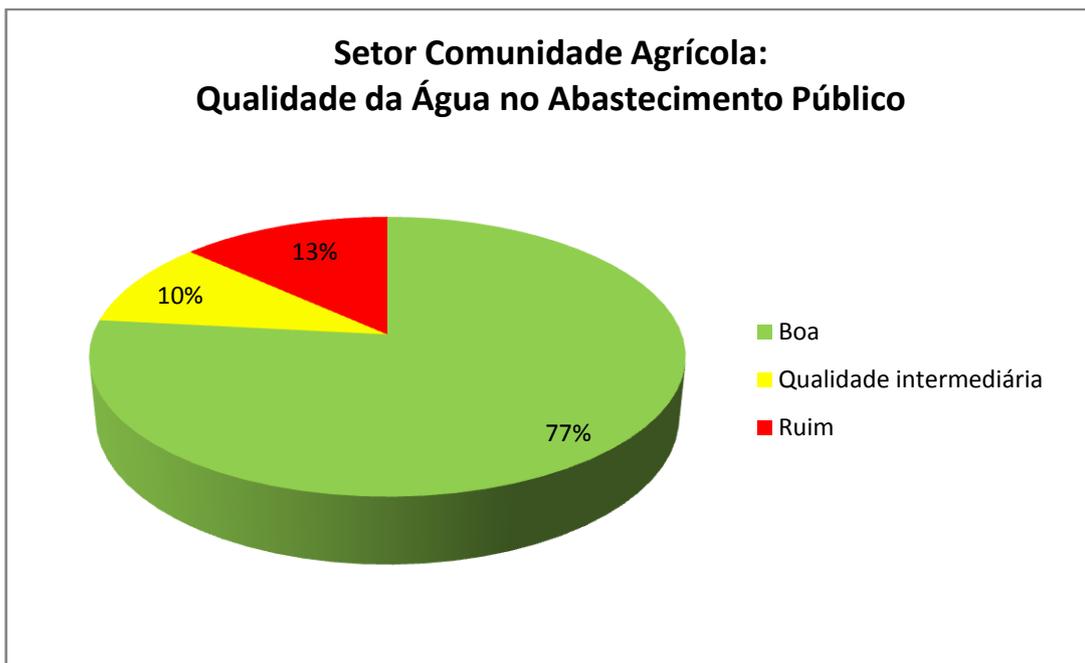


Figura 6.57 – Gráfico dos percentuais para cada classe de qualidade da água no abastecimento do Setor Comunidade Agrícola.

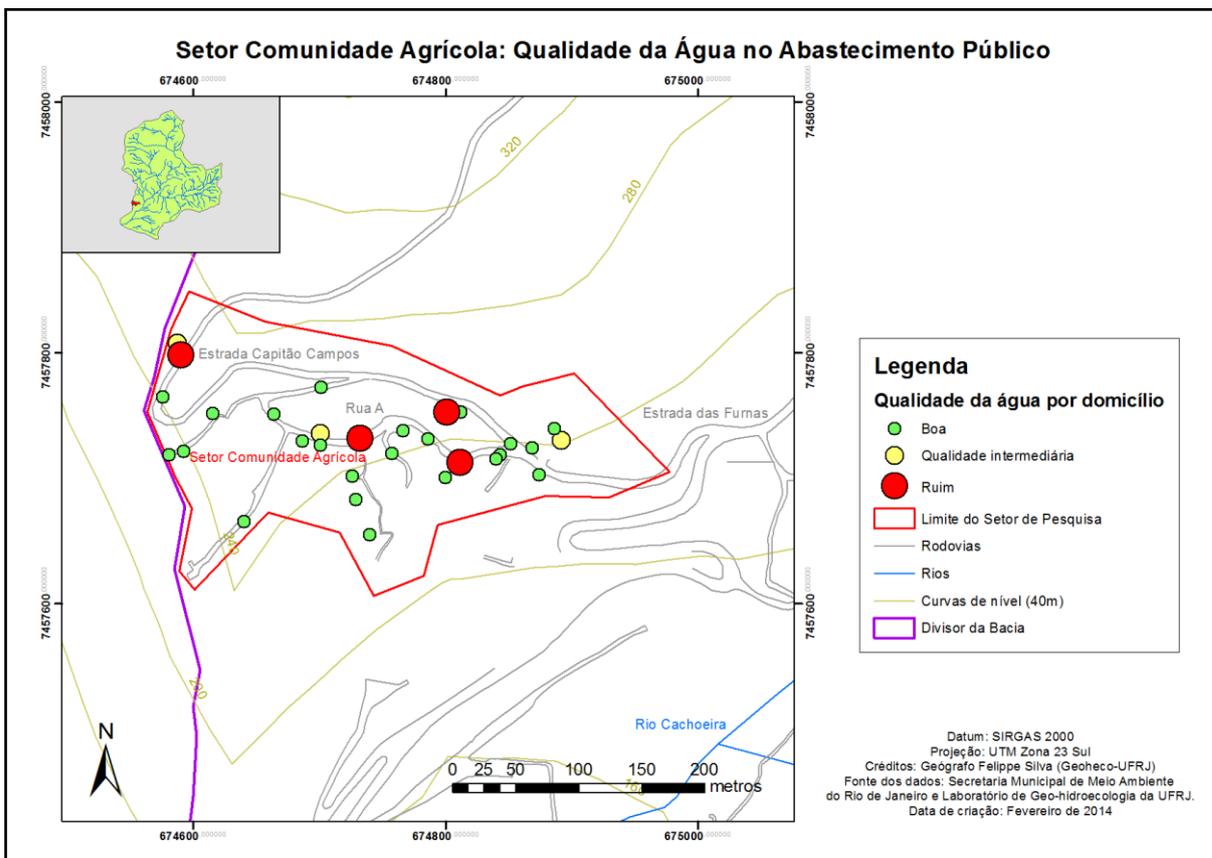


Figura 6.58 - Mapa das classes de qualidade da água por domicílio no abastecimento do Setor Comunidade Agrícola.

Entre os casos em que a água é considerada de qualidade ruim, há relatos de que a água chega às residências suja e com muito sedimento, por não passar por nenhuma forma de tratamento desde a sua captação. Alguns dos moradores que mais sofrem com esse problema recorrem ao tratamento individual da água pela instalação de filtros particulares. Embora a maior parte da população seja abastecida pelas águas da nascente da Taquara, algumas residências não são atendidas pela captação principal gerida pela Associação, tendo que depender de captações ainda mais precárias de fontes de nascentes mais próximas. Essa captação alternativa é extremamente precária, chegando a passar por ambientes bastante degradados, como um depósito de lixo doméstico localizado na Rua A (fig. 6.59). Um entrevistado alega conhecer casos de vizinhos que tiveram problemas de saúde por consumirem essas águas, fato que preocupou outros moradores também dependentes desta fonte de captação.



Figura 6.59 – Captação de água de nascentes mais próximas ao Setor Comunidade Agrícola em trecho próximo a um depósito de lixo local. Fonte: arquivo pessoal.

A Comunidade Agrícola é atendida pela rede de esgotamento sanitário na quase totalidade de sua ocupação (pelo menos no que tange a estruturas canalizadas para a drenagem dos esgotos). A rede geral de esgotamento sanitário está presente em 83% dos

domicílios e ausente em outros 17%, cujos moradores precisaram recorrer à instalação de fossas sépticas (fig. 6.60). Os poucos casos de domicílios que se dispõem unicamente de fossas como forma de destinação de esgotos, apresentam padrão espacial semelhante ao indicador de falta d'água, ocorrendo mais frequentemente ao longo da Rua A (fig. 6.61).

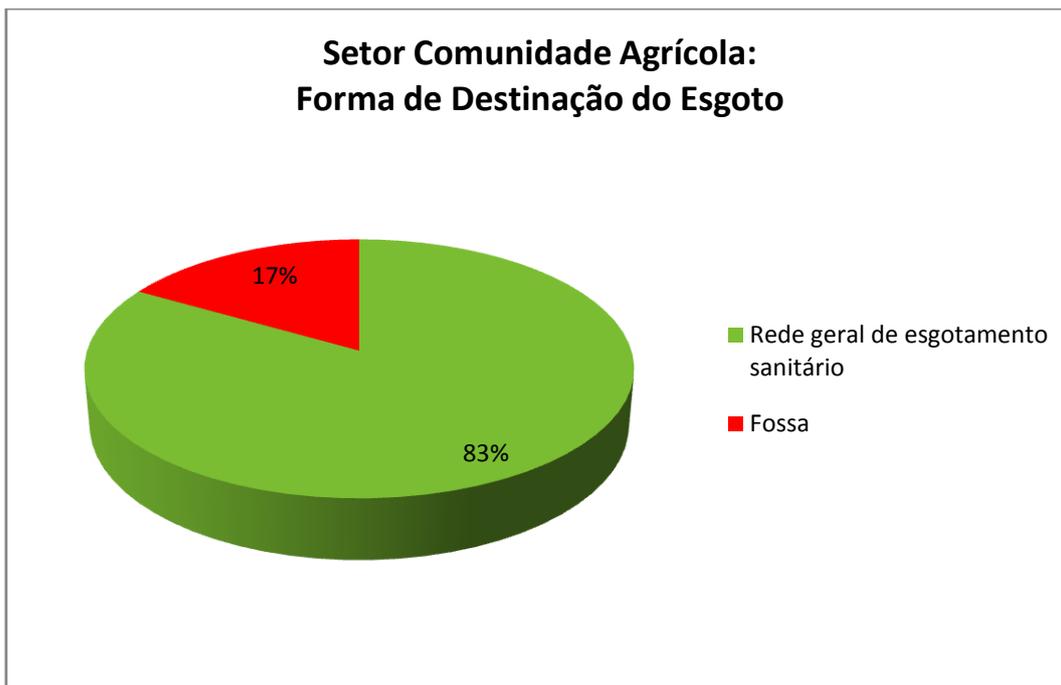


Figura 6.60 – Gráfico dos percentuais para cada forma de destinação do esgoto no Setor Comunidade Agrícola.

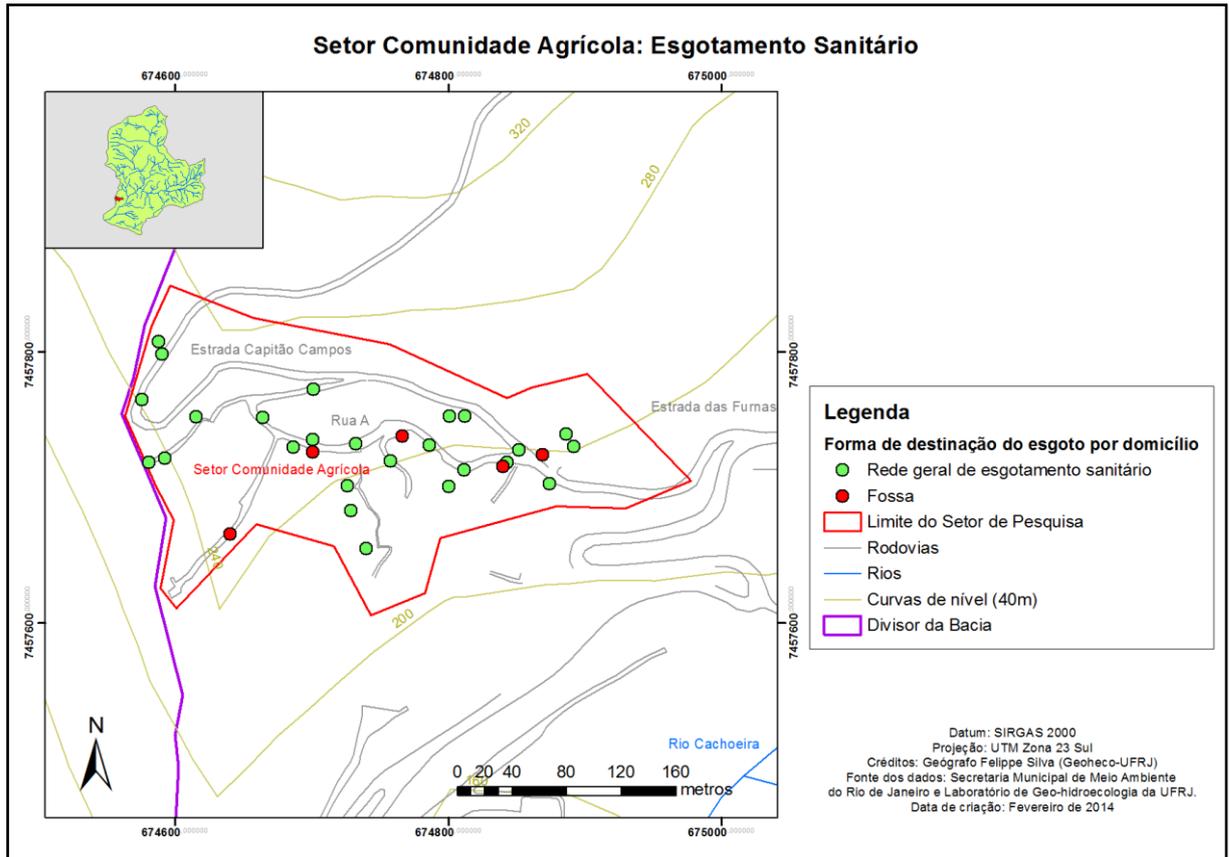


Figura 6.61 – Mapa das formas de destinação do esgoto por domicílio no Setor Comunidade Agrícola.

O uso exclusivo da água para fins domésticos é o tipo de uso da água reportado por praticamente todos os entrevistados, fato que naturalmente deriva da ocupação exclusivamente residencial do território. Porém, 10% dos entrevistados chegaram a apontar o uso de um escoadouro local (informalmente chamado de “bica”) para fins recreativos por alguns moradores, principalmente no verão (fig. 6.62). Este escoadouro conecta-se diretamente ao conjunto de caixas d’água que formam o reservatório central de água da comunidade, jorrando continuamente águas resultantes do excedente hídrico nestes reservatórios, fato que confirma a situação bastante favorável que a população do Setor vive atualmente no que diz respeito à escassez quantitativa de água no abastecimento público.

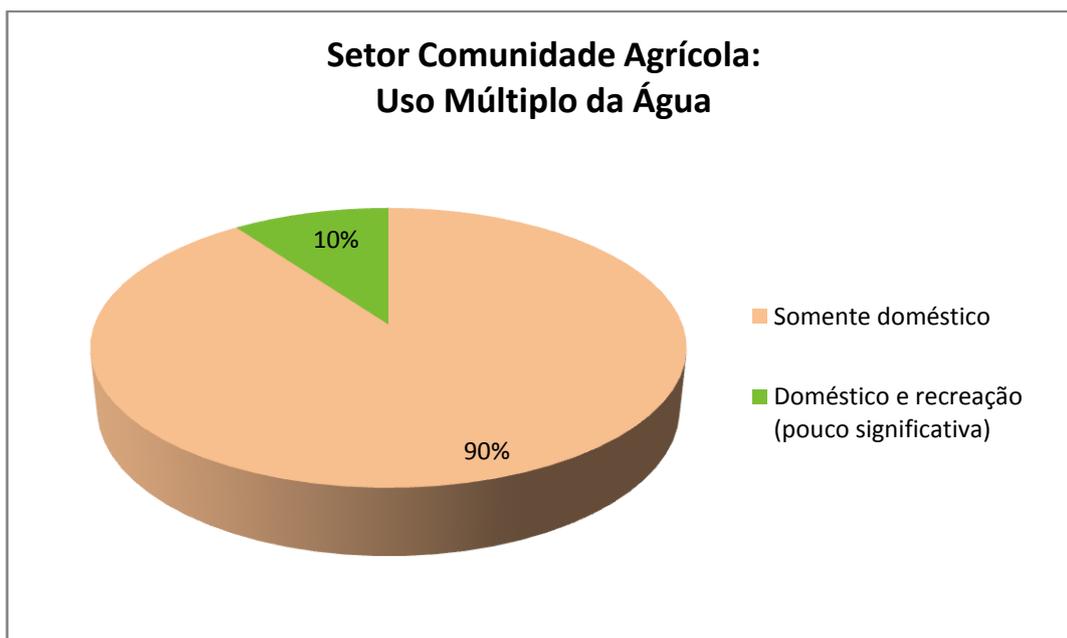


Gráfico 6.62 – Gráfico dos percentuais para cada forma de uso da água pela população no Setor Comunidade Agrícola.

Os conflitos por água entre moradores e destes com o usuário (CEDAE), são pouco frequentes, mas foram apontados por 10% dos entrevistados (figs. 6.63 e 6.64). Os conflitos entre moradores ligados ao uso da água eram bastante frequentes antes da nascente da Taquara ser adotada para o abastecimento, pois nessa época (há quatro anos) a comunidade sofria com graves problemas de escassez quantitativa de água. A partir dessa data, os conflitos diminuíram gradativamente, sobretudo nos dois últimos anos, sendo atualmente bastante raros, e restritos a casos isolados que ocorrem por motivos de eventos de escassez pontual da água, principalmente no verão. Vale destacar que o espírito cooperativo entre os moradores para a possível melhoria contínua das condições de uso da água na comunidade foi bastante enfatizada por grande parte dos entrevistados, fato que se evidencia pelo índice de 90% de moradores que afirmam nunca terem estado envolvidos em conflitos por água, desconhecendo também conflitos desse tipo entre na sua vizinhança.

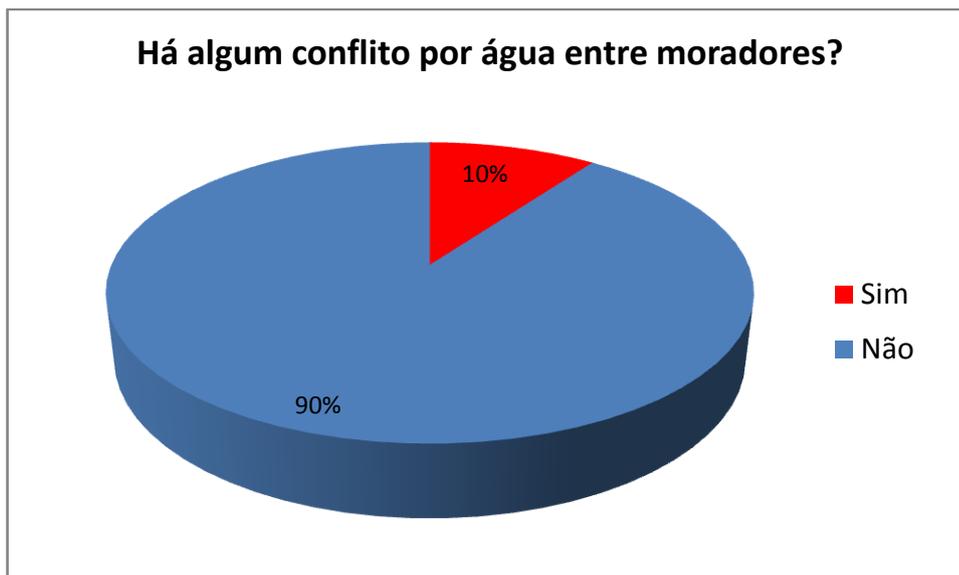


Figura 6.63 – Gráfico dos percentuais para as alegações de presença ou ausência de conflitos por água entre moradores no Setor Comunidade Agrícola.

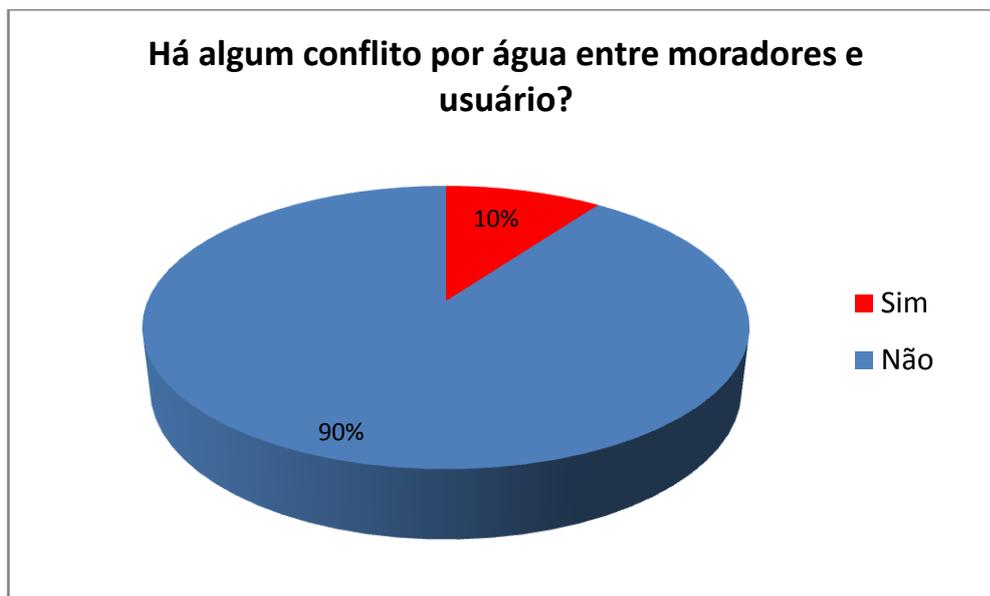


Figura 6.64 – Gráfico dos percentuais das alegações de presença ou ausência de conflitos por água entre moradores e usuário (CEDAE) no Setor Comunidade Agrícola.

Quanto aos conflitos entre moradores e usuário, há reclamações para com a CEDAE exigindo o acesso da comunidade à rede geral de abastecimento público regular. Moradores já solicitaram o serviço de abastecimento da CEDAE, mas não houve qualquer resposta ou ação efetiva da Companhia nesse sentido, segundo alguns entrevistados. Um morador que

reside há 65 anos na comunidade afirma que houve uma ocasião em que moradores solicitaram à CEDAE que abastecesse a região com águas que antes abasteciam parte da Barra da Tijuca, vindas de reservatórios hídricos da Unidade de Tratamento de Água da Gávea Pequena. Isso se deu na época em que a Barra da Tijuca passou a ser abastecida pelas águas do Rio Guandu. A CEDAE, porém, negou o pedido, alegando que a Comunidade Agrícola não estava topograficamente situada em um local favorável para a instalação do serviço, indignando muitos moradores. Todos os entrevistados confirmaram a ausência permanente do Poder Público para a melhoria das estruturas de abastecimento público, esgotamento sanitário e uso da água na região.

6.7 ANÁLISE PARA TODA A BACIA

A análise comparativa dos setores de pesquisa, segundo os indicadores que acabam de ser particularmente investigados ao nível de cada setor, permite alcançar a síntese desses importantes aspectos hidrogeográficos ao nível de nossa área de estudo como um todo. O abastecimento hídrico, sua qualidade e escassez; as formas de destinação do esgoto; o uso múltiplo da água; bem como, os conflitos por água entre população, usuários e Poder Público; apresentam padrões de ocorrência espacial bastante característicos e fortemente relacionados entre si ao longo da Bacia do Cachoeira.

Os percentuais dos tipos de abastecimento de água para toda a bacia confirmam que a população da Bacia do Cachoeira é fortemente dependente das fontes de nascentes locais (fig. 6.65). Mais da metade dos domicílios (56%) possui nascentes como fontes de captação de água para abastecimento, chegando essa forma de abastecimento a estar presente em 100% dos domicílios em dois setores de pesquisa (o Setor Comunidade Açude da Solidão e o Setor Comunidade Agrícola). O abastecimento por nascentes é ainda bastante expressivo em outros dois setores: o Setor Tijuacu, abastecido por nascentes na quase totalidade de seus domicílios e o Setor Alto da Boa Vista, que tem mais da metade de seus domicílios abastecidos por esta forma de captação. Mesmo o Setor Mata Machado, de abastecimento mais diversificado, tem presença altamente significativa do abastecimento por nascentes, tipo de abastecimento presente em quase metade de seus domicílios (40%). O Setor Maracaí é o único em que não se verifica a captação de água através de nascentes. Além do abastecimento via nascentes, destacam-se também o abastecimento irregular, presente em 19% dos domicílios, e o abastecimento regular, com 13 pontos percentuais. O abastecimento regular ocorre nos setores de ocupação formal (setores Maracaí e Alto da Boa Vista), sendo pouquíssimo significantes nos setores Mata Machado e Tijuacu e inexistente nos outros dois setores. O abastecimento irregular é verificado apenas no Setor

Mata Machado, evidenciando o peso da concentração populacional desse setor no abastecimento hídrico total da população da Bacia do Cachoeira. Os abastecimentos através de poços particulares e formas mistas são minoritários na Bacia, estando presentes em apenas 3% e 9% dos domicílios, respectivamente, e ocorrendo em maior número na região do Setor Mata Machado. A importância das nascentes da Bacia para o abastecimento da população se revela também nas formas mistas de abastecimento: 60% delas possuem nascentes como formas alternativas de abastecimento. Analisando o indicador em termos demográficos, 45,6% da população compreendida pela pesquisa é abastecida por nascentes, 14,5% por ligações clandestinas, 29,4% pela rede geral de abastecimento regular e 2,5% por poços. Outros 8% da população valem-se de formas mistas de abastecimento.

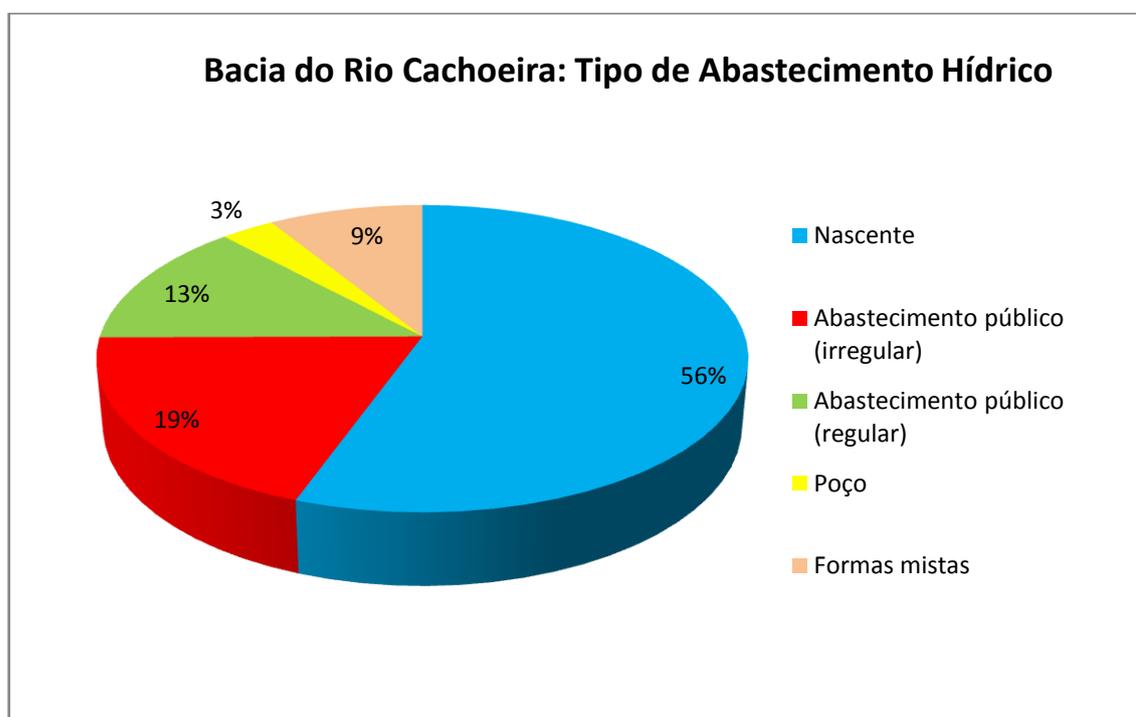


Figura 6.65 – Gráfico dos percentuais para cada tipo de abastecimento de água na Bacia do Rio Cachoeira.

O mapa da figura 6.66 revela que o indicador encontra sua máxima heterogeneidade na região central da bacia, entre os Setores Mata Machado, Maracaí e Tijuáçu. Apesar de serem os setores de maior proximidade entre si, essas três áreas possuem padrões de abastecimento hídrico substancialmente heterogêneos: o Setor Mata Machado é a região de uso mais diversificado da água para o abastecimento em toda a bacia, com seis diferentes formas de captação da água para este fim, sendo dois predominantes (abastecimento via nascentes e abastecimento irregular). Os setores Maracaí e Tijuáçu, apesar de não

possuírem tipos de abastecimento tão diversificados, são fundamentalmente abastecidos por duas formas diferentes: abastecimento público regular, no Maracaí, e abastecimento via nascentes no Tijuáçu. Esse padrão de abastecimento fundamentalmente realizado via nascentes ocorre nos demais setores da Bacia, chegando a ser absoluto nos setores localizados a noroeste e sudoeste desta porção central (Setor Comunidade Açude da Solidão e Setor Comunidade Agrícola). Constata-se, portanto, que o abastecimento hídrico na Bacia do Cachoeira tende a ser mais diversificado nos setores mais próximos entre si e mais homogêneo nos setores mais distanciados, apresentando, portanto, notória autocorrelação espacial negativa. Algumas possíveis hipóteses explicativas dessa maior diferenciação do fenômeno na região central da Bacia podem ser inferidas. Uma delas diz respeito à precariedade dos sistemas informais de captação das águas das nascentes da Pedra Bonita no Setor Mata Machado, aliada à ausência histórica do Poder Público e do usuário da água (CEDAE) no fornecimento do serviço de abastecimento à comunidade (conforme apontado na seção 6.1). Além disso, outro aspecto a ser destacado é o da condição de Maracaí como um local de ocupação predominantemente formal, confirmando a tendência de localização do abastecimento público regular na bacia como forma de abastecimento presente prioritariamente nas áreas de maior nível de renda da população. Por outro lado, a maior homogeneidade espacial dos padrões de abastecimento hídrico revelada nos demais setores de pesquisa se deve, em grande parte, à uma maior capacidade de organização dos moradores no sentido de um aproveitamento quantitativamente mais eficiente da captação de água através de nascentes locais, seja individualmente (como nos Setores Alto da Boa Vista e Comunidade Açude da Solidão), seja coletivamente, com a atuação direta das Associações de Moradores na administração dos serviços informais de abastecimento comunitários (caso típico dos Setores Tijuáçu e Comunidade Agrícola), motivada, mais uma vez, em razão da ausência e/ou ineficiência do Estado e usuário da água (CEDAE) na gestão do abastecimento dessas populações.

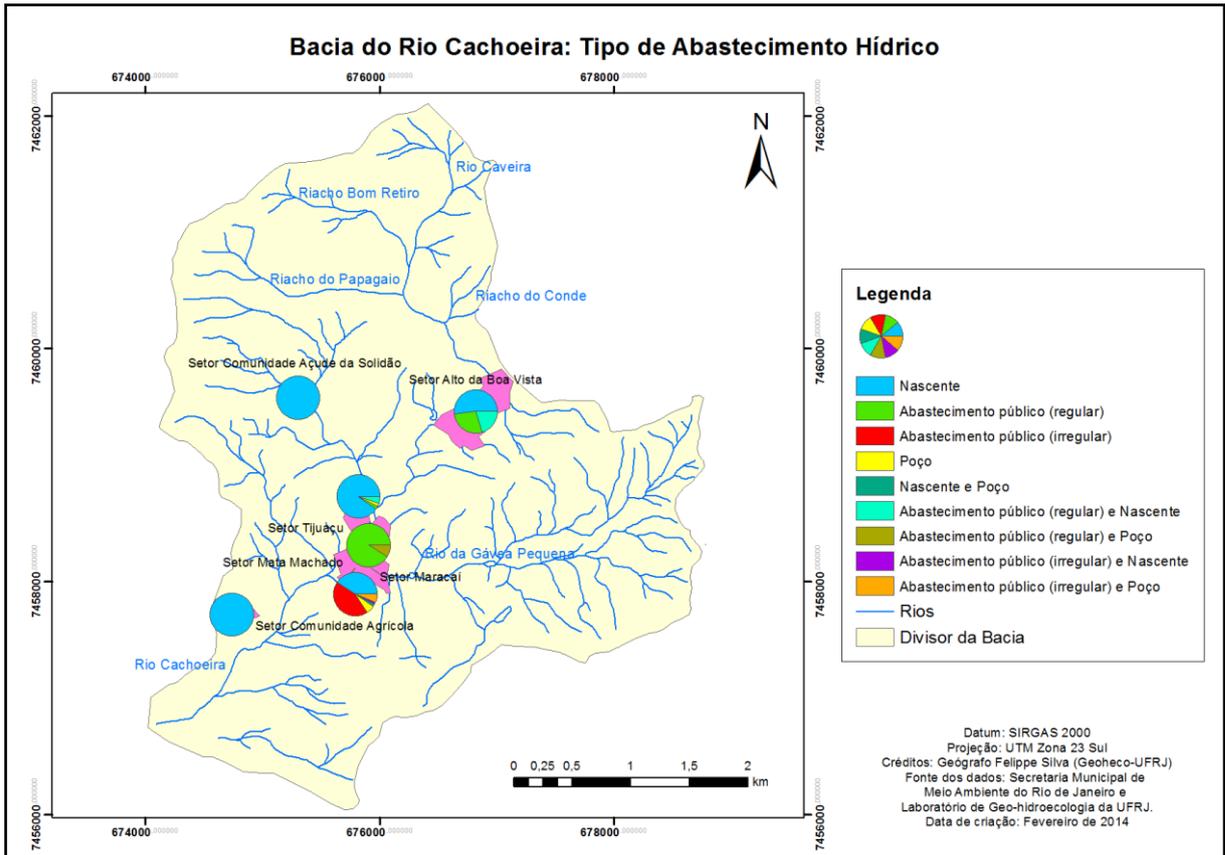


Figura 6.66 – Mapa das proporções de tipos de abastecimento de água por setor na Bacia do Rio Cachoeira.

O uso da água para abastecimento nos Setores Mata Machado, Tijuçu e Comunidade Agrícola confirmam a tendência apontada pelo Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas (IBASE, 2006) para as comunidades situadas no entorno do Parque Nacional da Tijuca. Segundo o instituto, nessas favelas as origens das captações de água se confundem com a história da própria comunidade; as pessoas que fornecem depoimentos não sabem identificar precisamente por quem foi iniciada ou quando foi implantada a captação. Esses tipos de uso comunitário das águas revelam, em graus variados, compromissos com ações e valores já mobilizados por meio de uma experiência histórica de interação socioambiental.

Embora não haja ocorrências de falta d'água na maioria de seus domicílios (55%), a escassez quantitativa de água é um indicador preocupante na Bacia do Cachoeira (fig. 6.67). O problema existe em maior ou menor grau em 45% dos domicílios, somadas as proporções de ocorrências eventuais (32%) e muito frequentes (13%). O mapa da figura 6.68 apresenta um padrão espacial característico de autocorrelação espacial positiva para o indicador ao longo da bacia: a escassez quantitativa de água no abastecimento possui seu *cluster* na porção central da bacia, concentrando-se entre os Setores Mata Machado e

Maracaí, exatamente na região de maior heterogeneidade das formas de abastecimento. A escassez é notória no Mata Machado (em razão dos mesmos fatores apontados na explicação dos padrões espaciais dos tipos de abastecimento neste setor), mas é proporcionalmente mais grave, sobretudo, no Setor Maracaí. Esses são os dois únicos setores em que os problemas de escassez chegam a mais da metade dos casos por setor, mas no Setor Maracaí, cuja população é totalmente contemplada pelo abastecimento público regular, o problema chega a atingir mais de dois terços de seus domicílios.

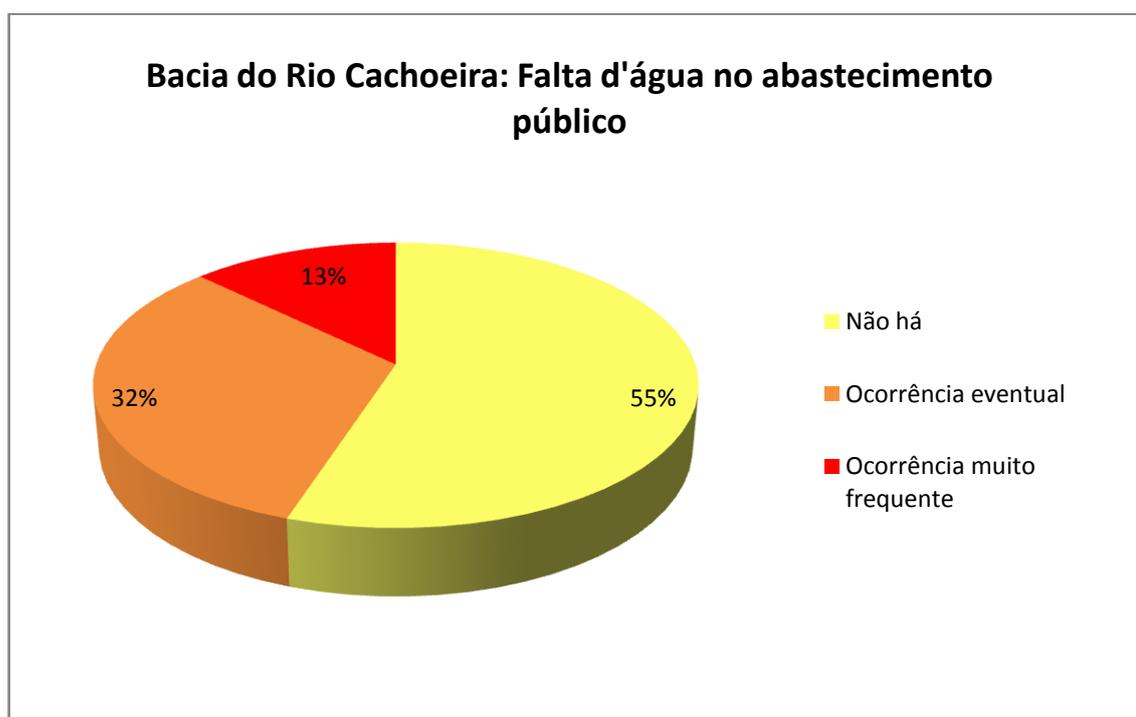


Figura 6.67 – Gráfico dos percentuais para cada classe de escassez quantitativa de água na Bacia do Rio Cachoeira.

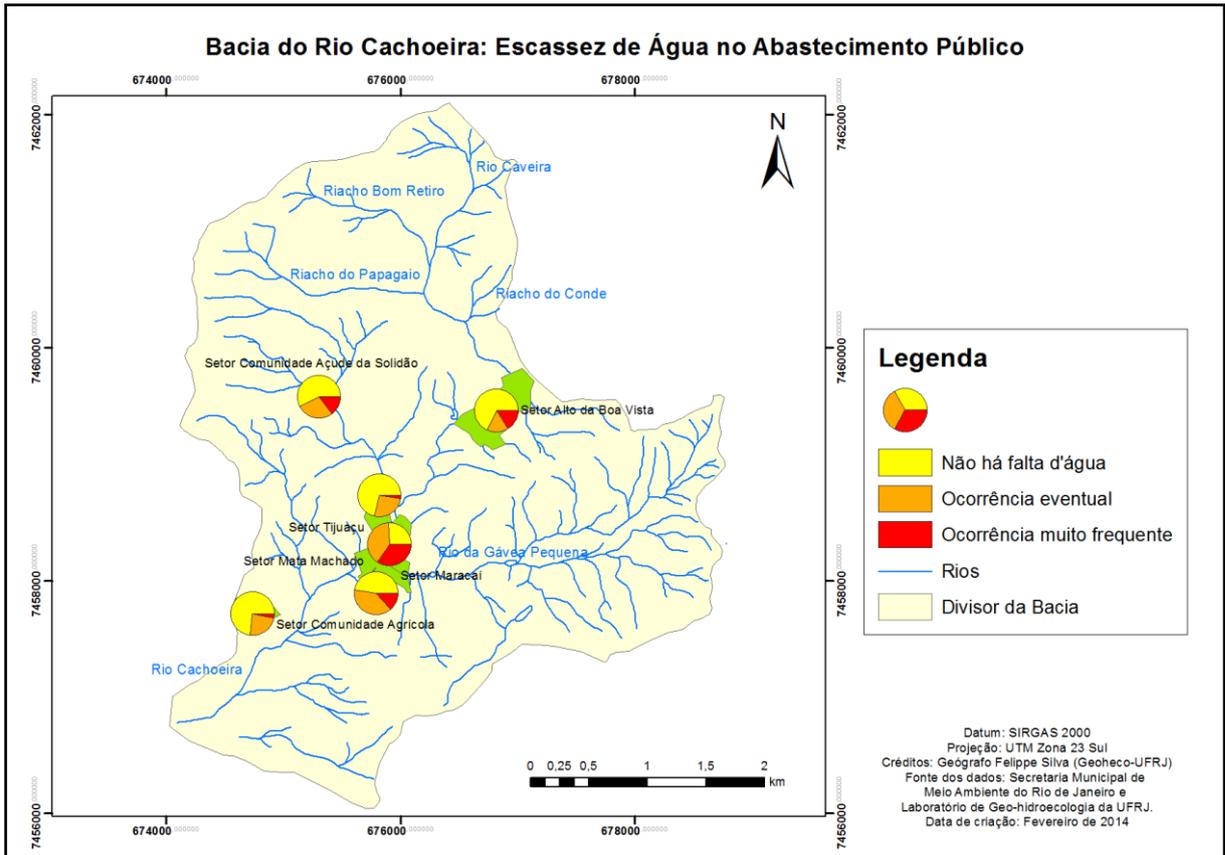


Figura 6.68 – Mapa das proporções das classes de escassez quantitativa de água por setor na Bacia do Rio Cachoeira.

A qualidade da água no abastecimento é bem avaliada pela grande maioria da população: 81% dos entrevistados consideram boa a qualidade da água que abastece seus domicílios, enquanto 13% consideram a mesma intermediária e somente 6% consideram-na ruim (fig. 6.69). O padrão de distribuição geográfica do indicador notabiliza-se pela sua grande homogeneidade em toda a Bacia, haja vista que todos os setores de pesquisa apresentam grande similaridade entre suas proporções de ocorrência nas três classes de qualidade da água consideradas (fig. 6.70). Vale ressaltar que no Setor Comunidade Agrícola, onde uma minoria da população depende de captações informais altamente suscetíveis à degradação da qualidade da água (conforme observado na seção 6.6), as ocorrências proporcionais de qualidade da água ruim no abastecimento são sensivelmente maiores do que nos demais setores. O Setor Mata Machado destaca-se como a região de maiores ocorrências proporcionais de domicílios com qualidade intermediária da água. O Setor Comunidade Açude da Solidão foi o único a não apresentar casos de avaliação da qualidade da água como ruim entre os seus moradores. Dessa forma, pode-se dizer que o padrão mais ou menos similar particularmente verificado em cada setor pode ser

generalizado para toda a Bacia: predominância marcante de boa qualidade da água, sendo os casos de qualidade da água intermediária e ruim bastante minoritários, o que sugere que o problema da qualidade da água no abastecimento é, a princípio, menos grave do que o de sua escassez quantitativa na Bacia do Cachoeira.

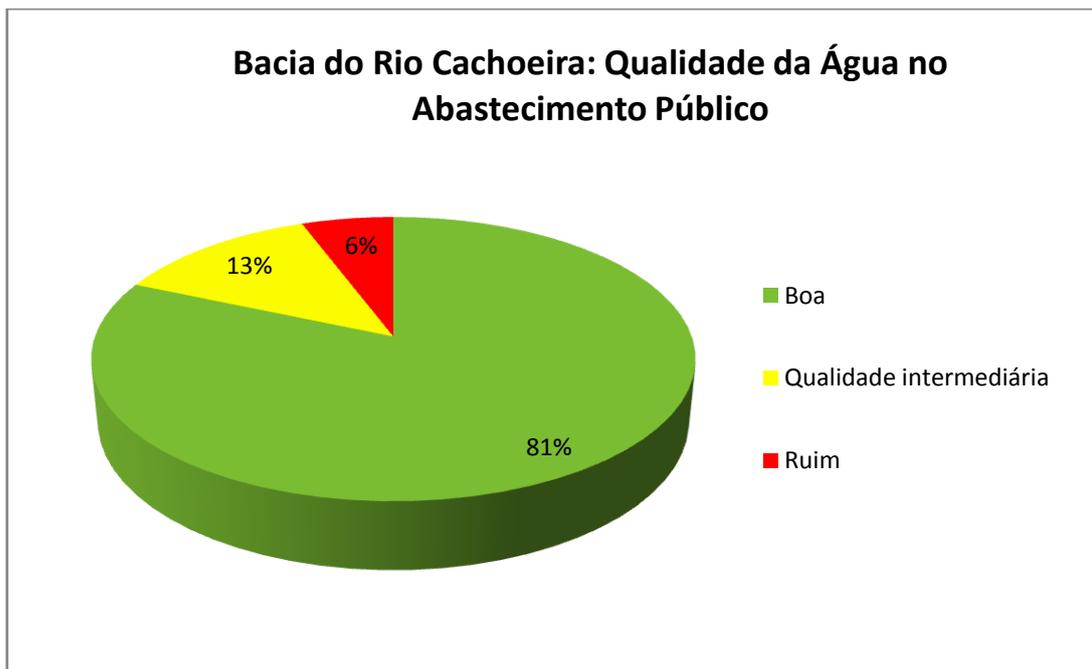


Figura 6.69 – Gráfico dos percentuais para cada classe de qualidade da água utilizada no abastecimento da população da Bacia do Rio Cachoeira.

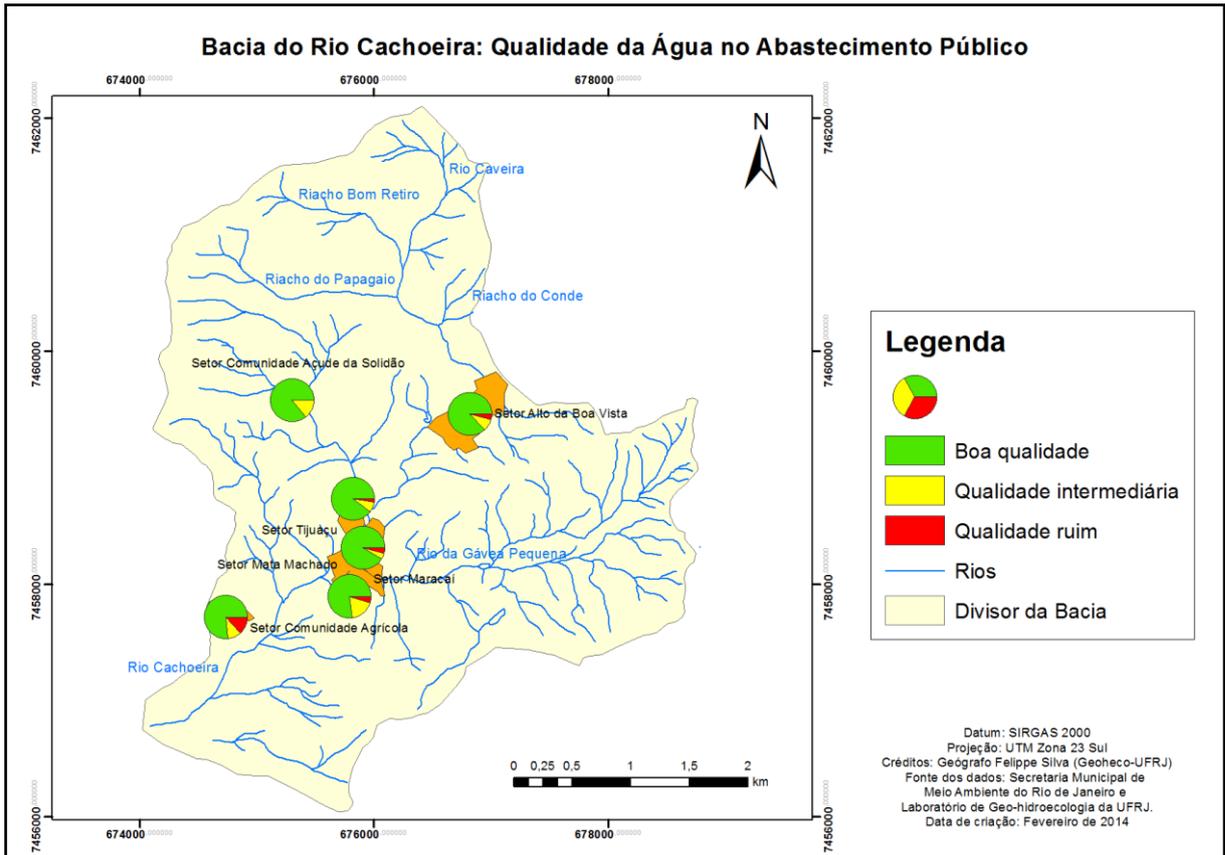


Figura 6.70 – Mapa das proporções das classes qualidade de água por setor no abastecimento da população da Bacia do Rio Cachoeira.

A população da Bacia do Cachoeira é servida pela rede geral de esgotamento sanitário em 81% de seus domicílios, índice que demonstra a grande presença desse serviço na região. Observa-se, portanto, que o serviço de esgotamento sanitário é mais generalizado do que o de abastecimento público regular na região, contrariando a tendência que se verifica a nível nacional. A ocorrência de fossas na Bacia, porém, também é notável, estando presente em 19% dos domicílios (fig. 6.71). A distribuição espacial do indicador na Bacia é bastante conforme à Lei de Tobler, apresentando um padrão de ocorrências proporcionais entre as duas formas de destinação do esgoto (esgotamento sanitário e fossa) bastante semelhante entre os setores mais próximos e diferindo consideravelmente nos setores mais distantes: os padrões são notoriamente similares entre os Setores Mata Machado, Maracaí, Tijuáçu e mesmo no Setor Comunidade Agrícola, apresentando ocorrências de fossa relativamente baixas em torno de 5% e 22%; ao passo que, os setores Alto da Boa Vista e Comunidade Açude da Solidão possuem incidência de fossas bem mais elevada (fig. 6.72). Neste último setor, inclusive, a presença proporcional de fossas é tão generalizada que esta região pode ser caracterizada com uma situação geograficamente

atípica (*outlier*) para o indicador no contexto de toda a Bacia. A antiguidade da ocupação no Setor Alto da Boa Vista e o isolamento da Comunidade Açude da Solidão (somada à sua condição de ocupação mais recente e de baixa significância demográfica) são possíveis fatores que explicam a maior ocorrência de fossas nessas regiões. A rede geral de esgotamento sanitário existente na bacia inclui estruturas de drenagem dos esgotos domésticos e urbanos que destinam estes efluentes para a Estação de Tratamento de Esgotos da Barra da Tijuca (ETE Barra da Tijuca), como foi visto na seção 4.3.

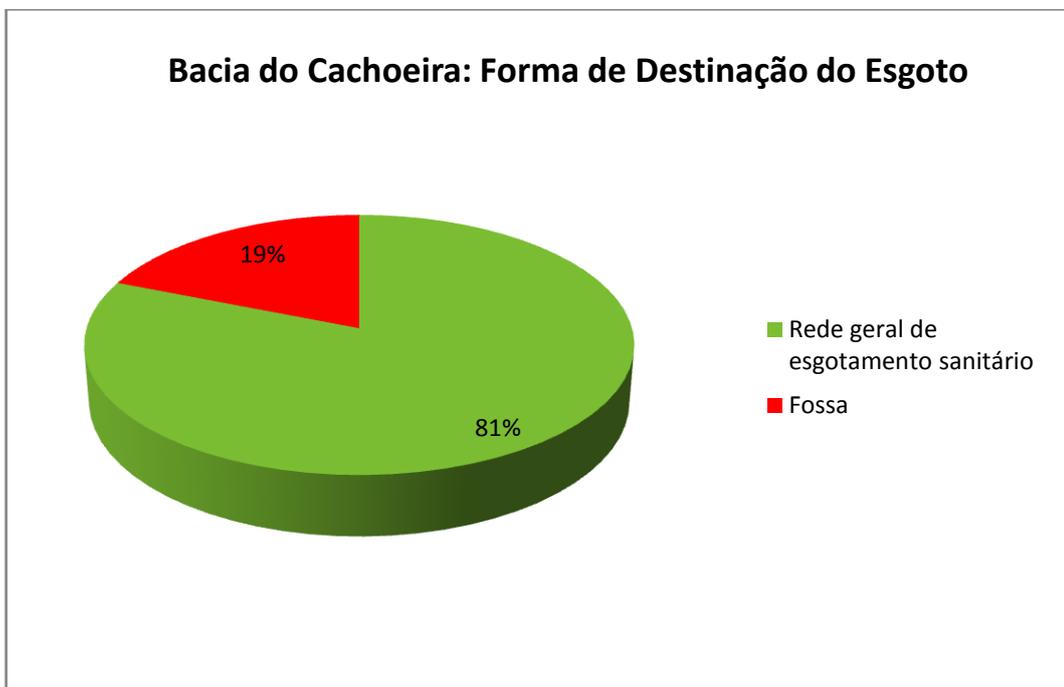


Figura 6.71 – Gráfico dos percentuais para cada forma de destinação do esgoto dos domicílios da Bacia do Rio Cachoeira.

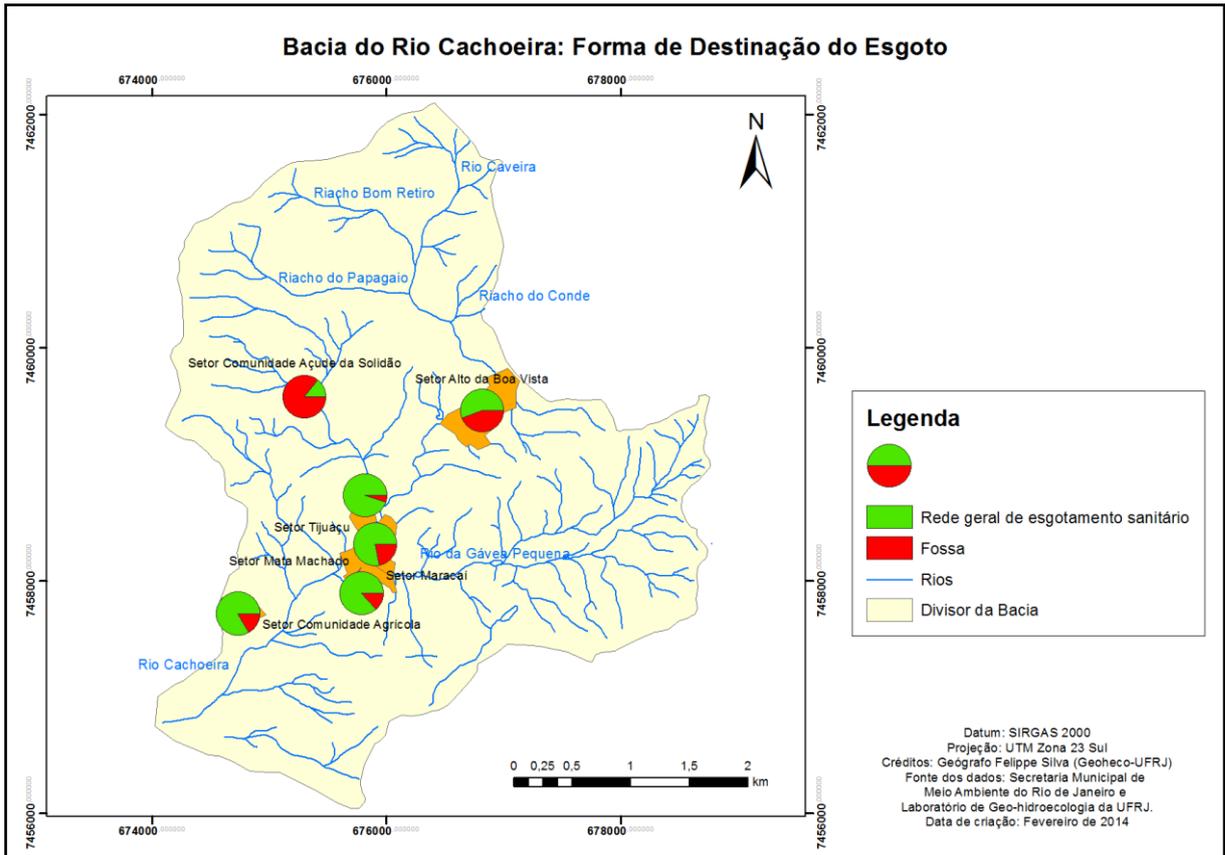


Figura 6.72 – Mapa das proporções das formas de destinação do esgoto por setor nos domicílios da Bacia do Rio Cachoeira.

O tipo de uso da água que caracteriza a o uso da água da Bacia do Cachoeira pela população, como já era esperado, é o uso consuntivo para abastecimento doméstico. Porém, outras formas minoritárias, sempre conjuntas com o uso doméstico, também ocorrem, a exemplo da pesca, apontada por 9% dos entrevistados, do uso de recursos hídricos locais para fins recreativos, referido por 7% e para recepção de efluentes, este último verificado em 2% dos domicílios (fig. 6.73). Tais usos minoritários são pouco expressivos, tanto estatística como geograficamente, chegando mesmo a não ocorrer em alguns setores. É o caso dos setores Comunidade Agrícola, Alto da Boa Vista e Comunidade Açude da Solidão, onde o uso exclusivo da água para fins domésticos é absoluto.

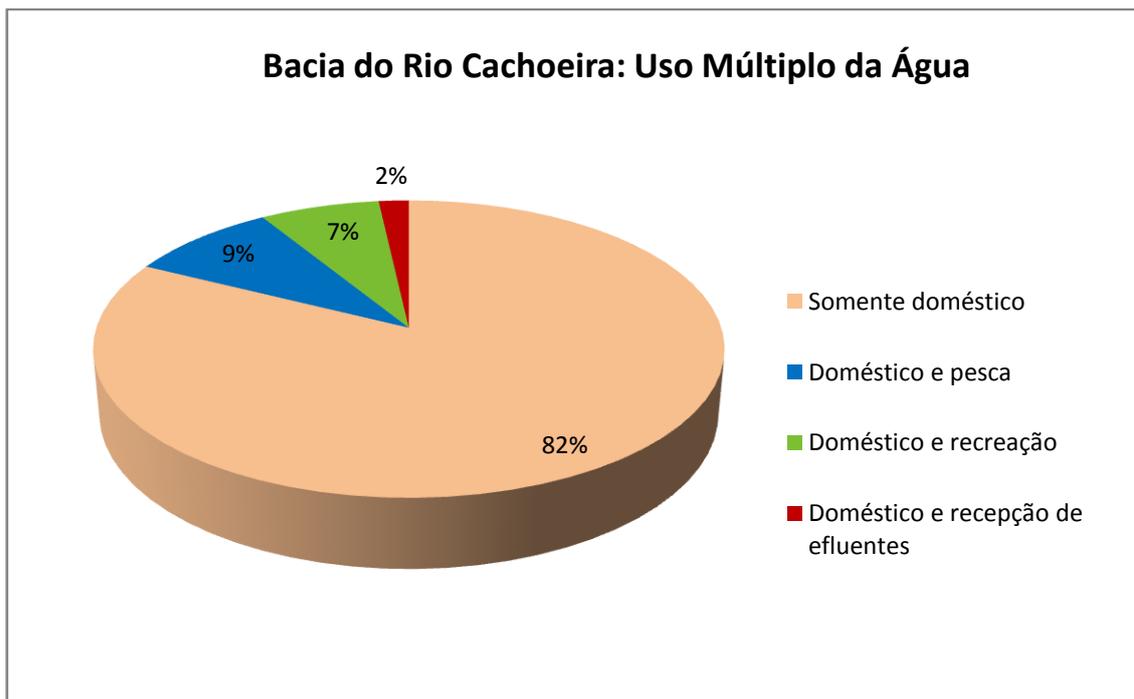


Figura 6.73 – Gráfico dos percentuais para cada forma de uso da água verificada nos domicílios da Bacia do Rio Cachoeira.

As ocorrências de conflitos por água entre moradores foram direta ou indiretamente verificadas em 22% dos entrevistados (fig. 6.74), revelando que, embora esses conflitos correspondam a uma minoria de moradores e a cooperatividade comunitária para a mitigação dos problemas atinentes ao uso da água pela população seja bastante observável em muitas regiões, a identificação das principais causas dessas assimetrias de poder é um aspecto relevante a ser considerado na implementação de políticas de gestão da água na região. O mapa para o indicador revela um padrão de distribuição espacial caracterizado por notável autocorrelação espacial positiva, com a incidência de conflitos predominando na região central da Bacia (principalmente nos setores Mata Machado e Maracaí) e se reduzindo gradativamente em função do aumento da distância dos setores de pesquisa a partir dessas áreas de maior concentração do fenômeno (fig. 6.75). Os conflitos chegam mesmo a inexistir no Setor Comunidade Açude da Solidão. Em geral os casos conflitantes entre moradores envolvendo o uso da água na Bacia decorrem de situações sempre de alguma forma ligadas a problemas de falta d'água, seja eventual, seja muito frequente, sendo, portanto, conflitos de disponibilidade quantitativa de acordo com a classificação proposta por Setti et al. (2001). Dessa forma, os fatores apontados na explicação dos padrões espaciais do indicador de escassez quantitativa de água no abastecimento da população tem também grande peso na determinação da distribuição territorial desses conflitos. Não por acaso, os padrões de ocorrência espacial desses dois indicadores são bastante semelhantes.



Figura 6.74 – Gráfico das ocorrências percentuais de conflitos por água entre moradores na Bacia do Rio Cachoeira.

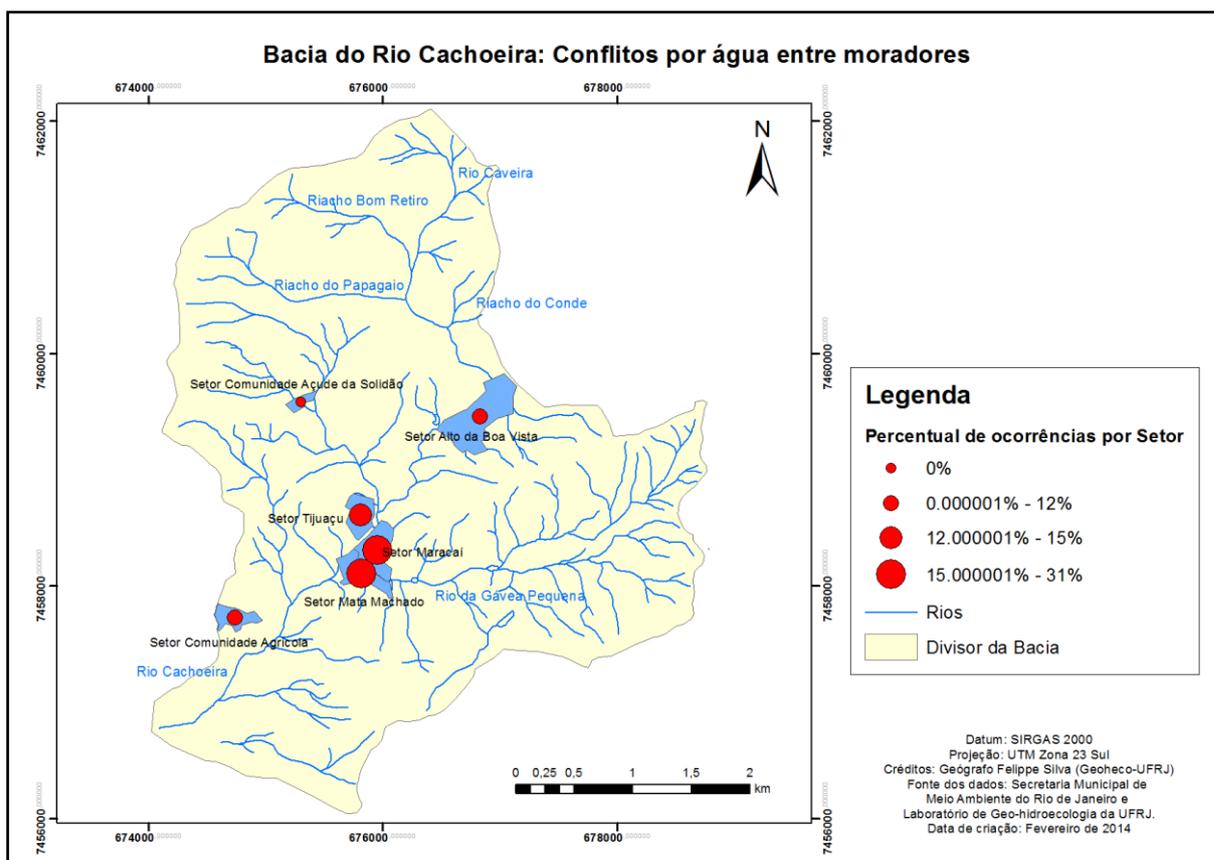


Figura 6.75 – Mapa das ocorrências percentuais de conflitos por água entre moradores por setor na Bacia do Rio Cachoeira.

Os casos de conflitos por água formais entre moradores e o usuário local (CEDAE), por sua vez, se mostraram relativamente escassos, sendo verificados nos relatos de somente 9% dos entrevistados (fig. 6.76). A insatisfação dos moradores em relação ao serviço da CEDAE é notória, sobretudo, no Setor Maracaí e no Setor Mata Machado, ou seja, exatamente na região de maior predominância dos conflitos por água entre moradores. Em ambas as localidades os conflitos se devem à ocorrências frequentes ou eventuais de escassez, caracterizando novamente conflitos de disponibilidade quantitativa de água. No Maracaí os conflitos se dão por ocasião de deficiências no serviço de distribuição da água por parte da CEDAE. Já no Mata Machado as queixas dos moradores se dão em razão da total ausência desse serviço.

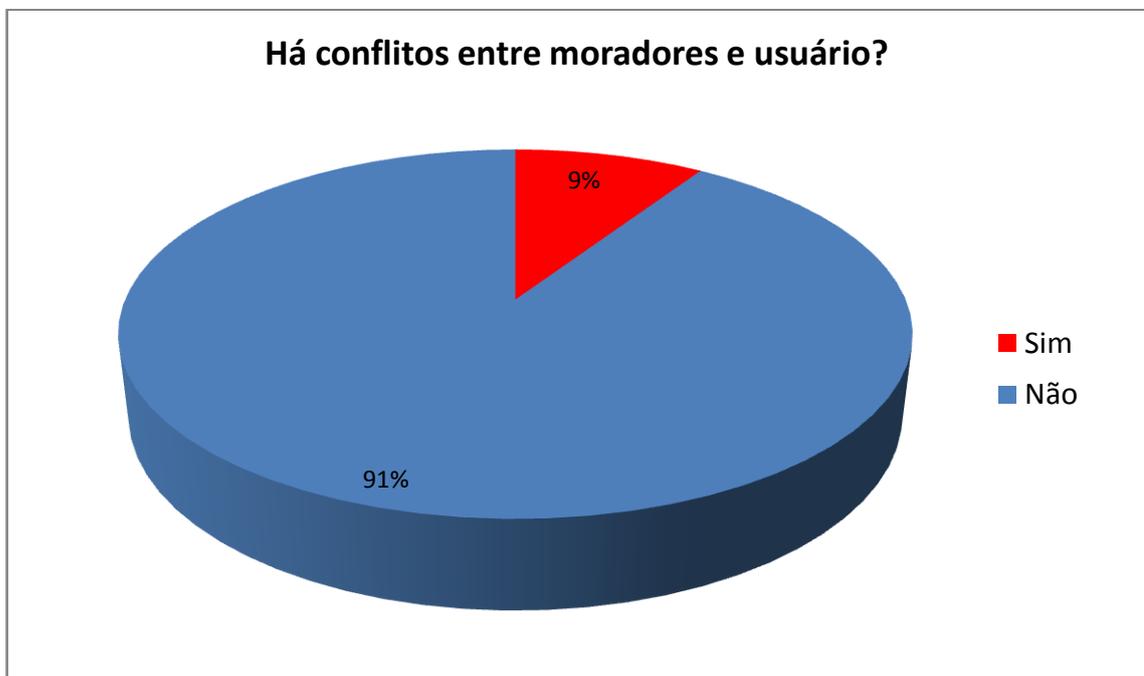


Figura 6.76 – Gráfico das ocorrências percentuais de conflitos por água entre moradores e usuários na Bacia do Rio Cachoeira.



Figura 6.77 – Gráfico dos percentuais de presença/ausência do Poder Público na gestão das águas da Bacia do Cachoeira, segundo a avaliação da população local.

A ausência do Poder Público na gestão do uso da água na Bacia do Cachoeira é confirmada por quase toda a população: 93% dos entrevistados afirmam não haver atuação efetiva das gestões estadual e municipal para a melhoria das condições de saneamento e uso da água na região (fig. 6.77). Os 7% que afirmam o contrário concentram-se principalmente no Setor Alto da Boa Vista, onde, como vimos, o Governo Estadual em conjunto com a CEDAE realiza tratamento e distribuição das águas do Rio Tijuca, através da UTA Afonso Viseu, para o abastecimento da população residente na região; além de avaliações periódicas da qualidade dessa água nos domicílios atendidos por esta Unidade de Tratamento de Água. Também no Setor Alto da Boa Vista foi observado evidências de maior fiscalização da adequação ecológica das estruturas de fossas sépticas por parte do Poder Público (representado pelo Inea). Os pontos percentuais e o padrão de ocorrência espacial para este indicador revelam, por conseguinte, que a presença do Estado na implementação de políticas de água na bacia é ainda bastante diminuta e insatisfatória na percepção da grande maioria dos moradores locais, tendendo a priorizar a região de ocupação mais abastada e mais próxima ao Parque Nacional da Tijuca.

7 CONCLUSÕES

O diagnóstico e a avaliação da gestão das águas na Bacia do Cachoeira que acabam de ser realizados permite-nos destacar, à guisa de conclusão, algumas importantes observações a respeito dos diferentes usos da água que nela são feitos tanto pela população, com pelo usuário e pelo Poder Público. Ao final deste capítulo são indicados alguns eventuais problemas encontrados no decorrer da pesquisa, bem como, sugestões para trabalhos futuros.

A complexidade geográfica do uso da água pela população na Bacia do Cachoeira pode ser sinteticamente compreendida a partir de uma tipologia dos setores de pesquisa com base nos indicadores investigados. Trata-se de uma classificação dos setores de pesquisa em quatro tipos específicos:

- Um *Primeiro Tipo*, referente às comunidades de ocupação informal situadas em encostas e/ou afluentes da margem direita do Rio Cachoeira cujo abastecimento é fundamentalmente realizado via nascentes com ocorrência eventual e pouco frequente de falta d'água e baixa incidência de conflitos por água (entre 0% e 15% da população). O esgotamento sanitário, em geral, é bastante generalizado, mas podem haver situações atípicas marcadas pela grande presença proporcional de domicílios com fossa. Enquadram-se nesse tipo os Setores *Comunidade Agrícola*, *Tijuaçu* e *Comunidade Açude da Solidão*.
- Um *Segundo*, caracterizado por uma população de ocupação informal com abastecimento público diversificado (significativa participação de captação via nascentes e ligação irregular), porém desprovida de abastecimento regular, situada nas encostas e/ou afluentes da margem esquerda do Rio Cachoeira, em região de médio curso, com moderada ocorrência de falta d'água (mais da metade dos domicílios, considerando ocorrências eventuais e muito frequentes) e elevada incidência de conflitos no contexto de toda a bacia. O serviço de esgotamento sanitário, nesse tipo, é bastante consolidado, havendo baixa ocorrência de fossas como forma de destinação de esgoto. Trata-se do padrão de uso da água típico do *Setor Mata Machado*.
- Um *Terceiro*, marcado por uma população de ocupação formal, situada em áreas relativamente planas próximas ao Rio Cachoeira, em sua região de médio curso, cujo abastecimento é fundamentalmente do tipo regular com elevada ocorrência de falta d'água e conflitos no contexto da bacia. O serviço de esgotamento sanitário atende a quase totalidade dos domicílios. É o tipo de uso populacional da água verificado no *Setor Maracáí*.

- E, por fim, um *Quarto Tipo*, correspondente a uma população de ocupação formal, situada em áreas relativamente planas, próximas ao Rio Cachoeira, cujo abastecimento é predominantemente realizado via nascentes, porém com grande presença do abastecimento regular e uso conjunto de ambas as formas de abastecimento. As formas de destinação de esgoto através de fossas e esgotamento sanitário ocorrem em proporções bastante equilibradas. As ocorrências de falta d'água e de conflitos por água não são muito expressivos. É o caso do *Setor Alto da Boa Vista*.

Essa proposta de classificação dos setores com base nos tipos do uso da água pela população na Bacia do Cachoeira poderá servir de ponto de partida para possíveis pesquisas futuras. Ressalte-se que os indicadores de qualidade da água e uso múltiplo da água não são nela adotados como critérios, em virtude da sua notória homogeneidade em todo o território da bacia.

Outro importante aspecto a ser destacado no diagnóstico do uso demográfico da água na Bacia do Cachoeira é o do papel crucial dos mananciais nela existentes para a sustentação de todo o seu ciclo de uso da água. De fato, não apenas as captações via nascentes, mas todos os tipos de abastecimento identificados, inclusive o abastecimento público regular, são diretamente dependentes dos estoques hídricos do Maciço da Tijuca, grande parte dos quais situados na própria bacia. Isso confere importância vital à adequada gestão, avaliação e monitoramento quantitativo e qualitativo desses recursos hídricos, especialmente no Parque Nacional da Tijuca, onde se encontram e nascem a maior parte dos mananciais utilizados para captação (formal e informal). Esta constatação se torna ainda mais pertinente na medida em que percebemos que a variedade de formas de abastecimento hídrico representa um indicador central, do qual decorrem, direta ou indiretamente, todos os demais indicadores pesquisados.

O uso da água pelo único usuário existente na Bacia, a CEDAE, confirma uma grave incompatibilidade entre a área de influência que esta Companhia oficialmente diz atender e as áreas que realmente possuem acesso ao seu serviço. Constatou-se que, embora o território oficialmente delimitado pela CEDAE como a área de influência da Unidade de Tratamento de Água da Gávea Pequena abarque a maior parte dos Setores de Pesquisa (Setores Maracaí, Mata Machado, Tijuçu e Comunidade Agrícola), seu serviço de abastecimento é inexistente em todas as comunidades de ocupação informal e de mais baixo nível de renda visitadas em campo nessa região: Mata Machado, Tijuçu e Comunidade Agrícola. Diante dessa situação, tais comunidades precisam recorrer a formas de captação informais e alternativas marcadas por grande precariedade, fazendo com que significativa parcela de suas populações sofram com a escassez quantitativa de água, seja

eventual, seja muito frequente, sobretudo, nos eventos de precipitação mais intensa e prolongada. Soma-se a isso, a total ausência de tratamento e monitoramento qualitativo dessas captações, uma vez que, o importante serviço de avaliação da qualidade da água realizado pela CEDAE se restringe às áreas de ocupação formal e de maior poder aquisitivo por ela efetivamente atendidas: Setores Alto da Boa Vista e Maracaí, embora, neste último, não tenham havido evidências da presença desse serviço nas entrevistas semi-estruturadas realizadas com seus moradores. Há, por conseguinte, a urgente necessidade de expansão desses serviços nessas comunidades não atendidas, em integração com o serviço de esgotamento sanitário nelas em grande parte já existentes, para a melhoria da qualidade de vida dessas populações, incluindo o acesso integral ao saneamento básico e a resolução ou mitigação de conflitos por água entre moradores e destes com o usuário local. Esse processo pode se dar, inclusive, e até de maneira possivelmente mais barata e eficiente, pela readaptação e manutenção das captações já existentes e historicamente consolidadas nessas comunidades, de maneira a conferi-las condições mínimas de infraestrutura para o tratamento e distribuição das águas das nascentes que lhes servem de fonte.

O uso da água pelo Poder Público, por sua vez, notabiliza-se pela pequena presença e atuação do Estado na gestão da Bacia, fato que, como vimos, é confirmado tanto pela grande maioria da população entrevistada, como pela própria situação de avançada degradação ambiental em que o Rio Cachoeira e muitos de seus afluentes se encontram nas áreas urbanas externas ao Parque Nacional da Tijuca. O mapeamento da rede de monitoramento qualitativo da água gerido pelo governo estadual confirma essa tendência: há apenas uma estação de monitoramento na Bacia do Rio Cachoeira. A pequena disponibilidade de estações de monitoramento qualitativo da água é, aliás, notória em todo o Estado do Rio de Janeiro, mas no Maciço da Tijuca, uma das regiões de maior importância ecológica em todo o estado, elas são pouquíssimas. Faz-se necessário, portanto, um maior direcionamento e investimento do Poder Público no sentido de se expandir a rede de monitoramento da qualidade da água nas sub-bacias do Maciço da Tijuca. O gerenciamento adequado dos recursos hídricos da Bacia do Cachoeira exige que, nesse processo, sejam instaladas novas estações de amostragem tanto em suas áreas de cabeceira e de alto curso, como nas áreas de médio e baixo curso, para que se tenha uma disponibilidade mínima de pontos de coleta de amostras necessária à avaliação contínua e integrada da qualidade das águas em toda a bacia.

No âmbito do Subcomitê de Bacia do Sistema Lagunar de Jacarepaguá, observa-se que, em seus três anos de atividades, o interesse dos integrantes dessa instituição pela região da Bacia do Cachoeira é bastante secundário. A gestão empreendida pelo subcomitê tem tendido a priorizar a região do Bairro da Barra da Tijuca, área de mais abastada ocupação da Região Hidrográfica da Baixada de Jacarepaguá. Esse fato é explicado pela

própria composição atual do Subcomitê, na qual não existem representantes da Sociedade Civil Organizada residente na Bacia do Cachoeira e todas as organizações de usuários são de empresas atuantes na Barra da Tijuca.

Por fim, é preciso ressaltar a importância fundamental da população para a realização de pesquisas como esta. A consulta ao conhecimento e percepção populares a respeito do uso múltiplo da água, do uso da água no saneamento básico e dos conflitos por água, mostrou-se um procedimento indispensável para uma avaliação mais abrangente e realista da gestão das águas na Bacia do Cachoeira, possibilitando o mapeamento e a análise crítica desses importantes aspectos da hidrogeografia dessa região.

Ao término desta pesquisa algumas sugestões para futuras pesquisas a ela relacionadas podem ser apontadas:

- Realização de estudos de avaliação e monitoramento hidroquímico e bacteriológico da qualidade das águas usadas no abastecimento de cada Setor de Pesquisa de modo a verificar em que medida a situação da qualidade desses recursos hídricos corresponde às tendências de qualidade da água apresentadas pelo indicador baseado nas queixas públicas relativas à qualidade da água;
- Efetivação, quando possível, de futuras pesquisas seguindo metodologia similar a adotada neste estudo, em áreas que, embora tenham sido a princípio selecionadas, não foram realizados trabalhos de campo por motivos de segurança. É o caso das favelas da Floresta da Barra da Tijuca e do Morro do Banco, no Itanhangá, comunidades que poderiam ter relevância para a nossa análise, mas cujos territórios são atualmente controlados e disputados por facções narcotraficantes.
- Pesquisas de avaliação do papel das regiões de cabeceira da Bacia do Cachoeira no abastecimento da população com base em trabalhos de medição localizada das vazões das nascentes que abastecem os Setores Mata Machado, Tijucaçu, Comunidade Agrícola e Comunidade Açude da Solidão, bem como, das captações a elas associadas. A comparação das vazões das nascentes e das captações referentes a cada um desses setores permitirá constatar se uma possível vazão mais reduzida das nascentes da Pedra Bonita ou de sua captação pode ser apontada como um fator adicional na explicação da maior ocorrência de escassez quantitativa de água verificada no Setor Mata Machado em relação às outras comunidades.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOTTI, José. *Fundamentos de Estatística e Geoestatística*. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2003.

ARAUJO, Ingrid. *Modelagem hidrológica relacionada às interações de uso urbano e cobertura florestal na Bacia do Rio Cachoeira - RJ*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

BARTH, F. T. et al. *Modelos para gerenciamento de recursos hídricos*. São Paulo: Ed. Nobel, 1987.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. *Decreta o Código das Águas*.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. *Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989*.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003.

BRASIL. MINISTÉRIO DE ESTADO DA SAÚDE. Portaria nº 518/04, de 25 de março de 2004. *Estabelece os procedimentos e as responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências*.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Lei nº. 11.445 de 5 de janeiro de 2007. *Estabelece as diretrizes do Saneamento Básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências*.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio. *Introdução à Ciência da Geoinformação*. São José dos Campos: INPE, 2001.

CÂMARA, Gilberto; CARVALHO, Marília. "Análise Espacial de Eventos" in *Análise Espacial de Dados Geográficos*. São José dos Campos: INPE, 2002.

CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antônio; FUCKS, Suzana; CARVALHO, Marília. "Análise Espacial e Geoprocessamento" in *Análise Espacial de Dados Geográficos*. São José dos Campos: INPE, 2002.

CAMPOS, Valéria.; FRANCALANZA, Ana. "Governança da água no Brasil: conflitos pela apropriação da água e a busca da integração como consenso" in: *Ambiente e Sociedade*. Campinas, v. XIII, nº 2, jul-dez 2010.

CASTRO, Iná Elias de. *Geografia e Política*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

CEDAE - Companhia Estadual de Águas e Esgotos. < <http://www.cedae.com.br/>> Acesso em: 10/01/2014.

_____. *Informativo anual sobre a qualidade da água distribuída para a população do Estado do Rio de Janeiro - janeiro a dezembro de 2013 - Sistema Afonso Viseu*. Edição eletrônica, 2013a. Disponível em: <<http://www.cedae.com.br/>> Acesso em: 15/12/2013.

_____. *Informativo anual sobre a qualidade da água distribuída para a população do Estado do Rio de Janeiro - janeiro a dezembro de 2013 - Sistema Gávea Pequena*. Edição eletrônica, 2013b. Disponível em: <<http://www.cedae.com.br/>> Acesso em: 15/12/2013.

CBH-BG - Comitê de Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara. <<http://www.comitebaiadeguanabara.org.br/>> Acesso em: 15/01/2014

COELHO NETTO, Ana Luiza. *O processo de erosão nas encostas do Maciço da Tijuca, RJ*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1979.

_____. *Surface Hydrology and Soil Erosion in a Tropical Mountainous Rainforest Drainage Basin, Rio de Janeiro*. Leuven: Katholieke Univ. Leuven, Departement Geografie-Geologie, 1985.

_____. "Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia" in: *Geomorfologia - Uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

DIAS, Maria Accioly. *Influência da topografia na dinâmica de bordas floresta-gramínea em um relevo montanhoso - Maciço da Tijuca - RJ*. Rio de Janeiro: Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

DINIZ, E. *Crise, Reforma do Estado e Governabilidade: Brasil, 1985 - 1995*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1999.

DRUMMOND, José Augusto. *Devastação e Preservação Ambiental: Os Parques Nacionais do Estado do Rio de Janeiro*. Niterói: EdUFF, 1997.

FITZ, Paulo Roberto. *Cartografia Básica*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Lei nº 3.239 de 2 de agosto de 1999. *Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta a Constituição Estadual, em seu art. 261, parágrafo 1º, inciso VII; e dá outras providências*.

IBASE - Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas. *Água: Bem Público em Unidades de Conservação*. Edição eletrônica, 2006. Disponível em <www.ibase.br>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2000*. Brasília: Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão, 2002.

_____. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2008*. Brasília: Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão, 2010.

_____. *Base de dados do Censo 2010*. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_do_Universo/Agregados_por_Setores_Censitarios/> Acesso em: 15/10/2013.

INEA - Instituto Estadual do Ambiente. *Boletim Consolidado de Qualidade das Águas das Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro*. Edição eletrônica, 2013.

INEA - Instituto Estadual do Ambiente. *Boletim de Qualidade das Águas da Região Hidrográfica V - Baía de Guanabara*. Edição eletrônica, 2014.

_____. <<http://www.inea.rj.gov.br/Portal/MegaDropDown/Monitoramento/Qualidadeagua/aguasInteriores/index.htm&lang=>> Acesso em: 26/01/2014

INSTITUTO TERRAZUL. Site Oficial: < <http://www.institutoterrazul.org.br/>>. Visitado em: 25/01/2014.

ITB - Instituto Trata Brasil. *Manual do Saneamento Básico*. Edição Eletrônica, 2012. Disponível em <www.tratabrasil.org.br>

LANNA, Antônio. *Gestão das Águas*. Notas de aulas, Porto Alegre: IPH - UFRGS, 1999.

LONGLEY, Paul; GOODCHILD, Michael; MAGUIRE, David; RHIND, David. *Sistemas e Ciência da Informação Geográfica*. Porto Alegre: Bookman, 2013.

MACHADO, Pedro; TORRES, Fillipe. *Introdução à Hidrogeografia*. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MAGALHÃES JUNIOR, Antônio. *Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos: Realidade e Perspectivas para o Brasil a Partir da Experiência Francesa*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

MASTERPLAN. *Relatório Ambiental Simplificado das Obras de Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá*. Edição eletrônica, 2012. Disponível em: <<http://www.comitebaiadeguanabara.org.br/sc-jacarepagua-documentos/>> Acesso em: 15/12/2013.

MATTOS, P.; LINCOLN, C. L. "A entrevista não-estruturada como forma de conversação: razões e sugestões para sua análise" in: *Rev. adm. publica*; 39(4):823-847, jul.-ago. 2005.

MENDONÇA, Francisco; SANTOS, Leonardo. *Gestão da água e dos recursos hídricos no Brasil: avanços e desafios a partir das bacias hidrográficas - uma abordagem geográfica* in: *Geografia*. Rio Claro, v. 31, nº 1, jan./abr. 2006.

MIRANDA, J. C. *Interceptação das chuvas pela vegetação florestal e serrapilheiras nas encostas do Maciço da Tijuca, Parque Nacional da Tijuca, RJ*. Rio de Janeiro: UFRJ, 1992.

MONTEZUMA, Rita de Cássia. *Produção e reabilitação funcional do piso florestal em clareira de deslizamento: Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

NETO, J. C. C. *Política de Recursos Hídricos*. São Paulo: Editora da USP, 1988.

PEREIRA, Rodrigo. *Análise de correlação entre alterações na cobertura vegetal e o comportamento hidrológico na Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira - RJ*. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2012.

PINTO, Nelson; HOLTZ, Antônio; MARTINS, José; GOMIDE, Francisco. *Hidrologia Básica*. São Paulo: Edgar Blücher, 1976.

PNT - Parque Nacional da Tijuca. < <http://www.parquedatijuca.com.br/>> Acesso em: 20/12/2013.

POPULATION REFERENCE BUREAU. "La dinámica entre la población y el medio ambiente". Washington D.C., 1997. In: DEMANBORO, A.C. e MARIOTONI, C. A. *O Conceito de escala e o desenvolvimento sustentável, implicações sobre os recursos hídricos e energéticos*. Revista Brasileira de Energia, Vol.7 nº 2, Rio de Janeiro, 1999.

RAFFESTIN, Claude. *Por Uma Geografia do Poder*. São Paulo: Editora Ática, 1993.

REBOUÇAS, A. *Uso Inteligente da Água*. São Paulo: Escrituras, 2004.

RIBEIRO, Wagner. *Geografia Política da Água*. São Paulo: Annablume, 2008.

ROSAS, Reiner. *Formação de solos em ambiente montanhoso florestal: Maciço da Tijuca - RJ*. Rio de Janeiro: UFRJ, 1991.

SANTA RITA, José de. *A Água no Rio: do Carioca ao Guandu: a história do abastecimento de água da cidade do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Synergia: Light: Centro Cultural da SEAERJ, 2009.

SANTILLI, J. F. R. "Aspectos Jurídicos da Política Nacional de Recursos Hídricos". In: *Seminário Internacional de Direito Ambiental*. Brasília: Escola Superior do Ministério Público da União, 2003.

SETTI, Arnaldo.; LIMA, Jorge.; CHAVES, Adriana.; PEREIRA, Isabela. *Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos*. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2001.

SHIKLOMANOV, I. A. *World Water Resources - a new appraisal and assessment for the 21st century*. UNESCO, 1998.

SOUSA JÚNIOR, W. C. *Gestão das águas no Brasil: reflexões, diagnósticos e desafios*. São Paulo: Editora Peirópolis, 2008.

TELLES, Dirceu; COSTA, Regina (coordenadores). *Reúso da Água: conceitos, teorias e práticas*. São Paulo: Blucher, 2010.

TOMAR, M. S. *A Entrevista semi-estruturada*. Mestrado em Supervisão Pedagógica da Universidade Aberta, 2007.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 1996.