



Alene de Oliveira Barbosa

Conflitos municipais no planejamento hídrico regional: o exemplo da Bacia do Guandu/RJ

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Luiz Felipe Guanaes Rego
Co-orientador: Prof. Rafael da Silva Nunes

Rio de Janeiro,
Setembro de 2020



Alene de Oliveira Barbosa

Conflitos municipais no planejamento hídrico regional: o exemplo da Bacia do Guandu/RJ

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo.

Prof. Luiz Felipe Guanaes Rego

Orientador

Departamento de Geografia e Meio Ambiente – PUC-Rio

Prof. Rafael da Silva Nunes

Coorientador

Departamento de Geografia e Meio Ambiente – PUC-Rio

Prof. Celso Romanel

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – PUC-Rio

Prof. Marcelo Motta de Freitas

Departamento de Geografia e Meio Ambiente – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 24 de setembro de 2020

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Alene de Oliveira Barbosa

Alene de Oliveira Barbosa graduou-se em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba em 2016. Atua na área de Gestão da Qualidade e Controle Tecnológico em obra da construção civil. Possui 3 anos de experiência na área da construção civil.

Ficha Catalográfica

Barbosa, Alene de Oliveira

Conflitos municipais no planejamento hídrico regional: o exemplo da Bacia do Guandu/RJ / Alene de Oliveira Barbosa; orientador: Luiz Felipe Guanaes Rego; co-orientador: Rafael da Silva Nunes. – 2020.
124 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, 2020.
Inclui bibliografia

1. Engenharia Civil e Ambiental - Teses. 2. Engenharia Urbana e Ambiental - Teses. 3. Gestão hídrica. 4. Bacia hidrográfica. 5. Guandu. 6. Indicadores. I. Rego, Luiz Felipe Guanaes. II. Nunes, Rafael da Silva. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental. IV. Título.

CDD: 624

Agradecimentos

À Deus que através de seus ensinamentos diários me concedeu forças e sabedoria durante todo o trajeto de mais uma etapa da minha qualificação profissional.

Aos meus professores orientadores, Professor Luiz Felipe Guanaes Rego e ao co-orientador Professor Rafael da Silva Nunes pelo apoio e motivação durante o desenvolvimento dos processos da dissertação, assim como ao longo do curso.

Aos meus pais Cláudio Barbosa e Cássia Barbosa pelo amor e a incansável motivação diária.

Aos meus irmãos Alane Barbosa e Cláudio Barbosa Filho que sempre acreditaram em mim e me motivaram com suas trajetórias a busca da qualificação profissional.

Ao meu noivo e melhor amigo Rogério Mota, pelo amor e apoio que me proporcionou durante todo o processo sendo meu maior incentivador.

Aos meus sobrinhos Leonardo Barbosa Filho, Gabriela Barbosa e Eduardo Barbosa que são luz na minha vida.

Aos amigos que conquistei durante o curso a quem devo a satisfação de ter compartilhado tantos momentos, em especial: Bianca Pesce, Luisa Leal e Natália Lopes.

A todos os professores e funcionários da PUC-Rio pelos ensinamentos, disponibilidade e ajuda nesta trajetória.

A minha professora Karine Souza que sempre será um exemplo de profissional para mim.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Resumo

Barbosa, Alene de Oliveira; Rego, Luiz Felipe Guanaes (Orientador); Nunes, Rafael da Silva (Co-orientador). **Conflitos municipais no planejamento hídrico regional: o exemplo da Bacia do Guandu/RJ**. Rio de Janeiro, 2020. 124p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Através da concepção do uso da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, pretende-se apresentar uma análise crítica da gestão hídrica apontando alguns entraves existentes como a consolidação dos limites político-administrativos versus as diferentes escalas das bacias hidrográficas e a atuação das principais unidades de planejamento e legislações. Desta forma, o presente trabalho busca identificar e estabelecer correlações entre indicadores que possibilitem uma gestão de bacias sob perspectiva regional permitindo o avanço para além dos limites municipais. Para melhor entendimento das dificuldades encontradas na gestão hídrica foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre as principais ferramentas de gestão existentes e desenvolvido um estudo de caso baseado na Bacia Hidrográfica do Guandu do qual foi feito um diagnóstico sobre suas principais características dos meios físico, biótico e socioeconômico. Para a análise da performance dos municípios foram realizadas correlações entre três variáveis com o Índice da Qualidade da Água sendo estas: área verde, esgotamento sanitário e industrialização. Através destas correlações pode-se identificar que as variáveis escolhidas influenciam na qualidade da água e sugeriu-se estender este exercício com outras variáveis de modo a favorecer uma compreensão mais ampla do desempenho e contribuição dos municípios contidos na bacia. Por fim, pode-se concluir que para uma eficiente gestão hídrica regional da bacia acredita-se que a definição de um sistema de pressões políticas que impulse a troca de benefícios entre os municípios possa estabelecer um sistema de alianças entre os mesmos fazendo com que juntos atuem de maneira a garantir a equidade do condicionamento hídrico na bacia hidrográfica.

Palavras-chave

Gestão hídrica; Bacia hidrográfica; Guandu; Indicadores.

Extended Abstract

Barbosa, Alene de Oliveira; Rego, Luiz Felipe Guanaes (Advisor); Nunes, Rafael da Silva (Co-advisor). **Municipal conflicts in regional water planning: the example of the Guandu Basin / RJ**. Rio de Janeiro, 2020. 124p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The river basin as a management unit ensures the inclusion of various elements: soil, relief, climate, vegetation and mankind contribute to the phenomena that occur along the space such as the occupation of the banks and the sources of rivers, and the implementation of mechanisms such as dams and reservoirs that can cause an impact on the flow capacity, the water quality and availability in the river basin;

The adoption of the river basin as a territorial unit can contribute to an analysis of conflict management, because Brazil's cities are seen as strong units from an administrative and political perspective.

Because of the problems caused for the river basin, it has become essential to assess the river basins according to their different scales, either at an interstate or intermunicipal level, as well as the understanding of the relationships between the many states and cities that compose the same territorial planning unit.

The main goal of the present work is to identify and establish the correlations of the indicators that can contribute to the management of river basins from the view of regional planning of the cities, which goes beyond the boundaries of the cities in their conception. Furthermore, the following are considered as secondary goals:

- To understand the political dynamics that exists between the agents that share the same river basin;
- To analyze the configuration of the cities from the perspective of the physical, biotic and socioeconomic characteristics.
- To investigate the potential correlations between management parameters and indicators that can assist the creation of an organized regional planning of river basins.

The water resource as an element that promotes the interaction with different physical, biotic and anthropic environments plays a vital role to the maintenance and balance of the life of different living beings found within these environments.

Therefore, its management is essential in order to ensure the functionality of the phenomena that relate with each other and surpass defined physical boundaries.

Accordingly the discussion on the main management tools at a global, national, state and municipal level is paramount in order to understand the definitions that have guaranteed the evolution, as well as the setbacks that constitute the mechanism of water governance.

The River Basin of the Guandu River, whose area consists of 1.385 Km², is situated in the Hydrographic Region Guandu (RH II) and embraces the River Basins of the Guarda River (346 Km²) and Guandu-Mirim River (190 Km²).

The river basin of the Guandu river encompasses various cities that are entirely or partly located in its physical boundaries. According to the Resolution CERHI-RJ No. 107 (2013), the cities that are located in the entirety of the Guandu river basin are: Engenheiro Paulo de Frontin, Itaguaí, Japeri, Paracambi, Queimados and Seropédica. Whereas the ones that are partly located in it, yet active, are: Barra do Piraí, Mangaratiba, Mendes, Miguel, Pereira, Nova Iguaçu, Rio Claro, Rio de Janeiro and Vassouras.

The Hydrographic Region Guandu II is a management entity of the State of Rio de Janeiro, but most of the water comes from rivers in the federal domain. For example, the river basin of the Piraí River is partly located in the State of São Paulo, which means that some sources that compose the RH II are in the domain of São Paulo, thus, they are sources of rivers in the federal domain. Moreover, through the Complexo de Lajes system, the Paraíba do Sul river and Piraí river are transported to the River Basin of the Guandu River, and both rivers are in the federal domain. In addition to those rivers, the RH II has the same river basins as Paraíba River, Guandu River, Guarda River and Guandu-Mirim River, which start close to the ocean, but their mouth are a few kilometers away in Baía de Sepetiba (AGEVAP/PROFILL, 2017).

For those reasons the management of the Guandu River Basin is assisted by entities on different management levels, such as federal, state and municipal ones.

Even though the Guandu river is currently known due to its importance in the water supply to the Metropolitan Area of Rio de Janeiro, it did not have at first sufficient flow for that type of supply. Through the mechanism of transposing the water from Paraíba do Sul River and Piraí River to the river basin of the Guandu

river, the latter now has a flow rate of 181 m³/s as opposed to the flow rate it originally had of approximately 25 m³/s (ANA, 2006).

The identification of the land cover classes of the RH II was defined by means of the projection of satellite images that were analyzed using a program that processes data and combines them with the characteristics for each class. In the end, after the images were associated with the specifications, a corresponding definition of class was achieved (AGEVAP/PROFILL, 2017). Out of the 11 land use and occupation classes, about 92% concern three classes: forest, pasture and urban area, which almost characterizes a polarization in face of the other uses. The classes of Mining and Dunes represent a minority, thus, they are considered as one-off activities.

In general terms the urban areas represent less than 20% of the territory, with the exception of the following cities: Japeri (32%), Queimados (43%) and Rio de Janeiro (48%). However, the rate of urbanization for most of the cities is considered high, characterizing the concentration of the population in urban areas.

The forest fragments show higher land occupation in the cities. The Structural Connectivity Index (ICE) of RH II indicates that 63% of the areas are classified as “high to very high connectivity”, since they have a higher regeneration capacity and need to keep the interest of preservation.

The city of Rio de Janeiro has the highest demand of capture in the river basin, representing 76.02% followed by the city of Nova Iguaçu whose demand is about 9%. The other cities constitute approximately 15% of the demand of capture.

The demands of capture concerning human consumption follow the same pattern, since Rio de Janeiro is the main consumer (74.33%), Nova Iguaçu represents 12.12% and the other cities represent 13.55%.

The mining and industrial sectors demand water the most following human consumption. Seropédica is known for the mining sector and Rio de Janeiro is known for the industry sector. After the data were collected, it was evidenced that the behavior of the river basin is conditioned to the disparity in the water consumption by Rio de Janeiro in comparison with the other cities in the river basin.

In terms of the configuration of the basic sanitation of the river basin, approximately 77% of the population from the six cities that are entirely located in the Guandu River Basin have access to water. Some cities, such as Japeri,

Queimados and Seropédica do not produce water; thus, they need to import treated water in order to ensure water supply.

In terms of the sanitary sewer system, Rio de Janeiro is the city that contributes the most to the total return flow of the river basin: 77.55%. Nova Iguaçu represents 7.57% and the other cities represent 14.88%. Rio de Janeiro also stands out, because it is responsible for contributing the most to the sectors of human consumption (74.44%), agriculture (32.29%) and industry (81.93%).

It was evidenced that 100% of the population of the cities have a sanitary sewer system, however, the service index varies for each one. Rio de Janeiro shows the highest service rate (85%), whereas 15% of the population of Mangaratiba receives the service. Out of the 14 cities that have information about the collection and treatment indices, only 6 treat some of the sewage collected, except for Miguel Pereira that treats 100% of it.

The processes and functionalities of the physical, biotic and social dynamics that keep the cities of the same river basin correlated with each other were verified. Therefore, potential correlations that can be established between the indicators that assist the making of the decisions when a regional management of the river basin is projected.

In order to exemplify the aforementioned potential correlations three variables were selected, which through the parameterization with the water quality, induce the contribution of each city in the river basin. The selected variables were the following: green areas, sanitary sewer system and industrialization.

In terms of the parameterization the classification parameters of the Water Quality Index (WQI) were used as the basis.

Chart 5 - Classification of the WQI

Weighting	Category
25 > IQA ≥ 0	Very Poor
50 > IQA ≥ 25	Poor
70 > IQA ≥ 50	Fair
90 > IQA ≥ 70	Good
100 > IQA ≥ 90	Excellent

Source: INEA (2017)

In order to establish the correlation between the variables and the WQI, indicators were used as tools for the identification and possible qualification of the spaces and aspects taken into consideration. Furthermore, water bodies of each city were identified in order to associate them with the existing sampling stations.

The hydrological functioning of the river basin is influenced by the existing vegetal cover and its functioning is interfered by the control of forest activities.

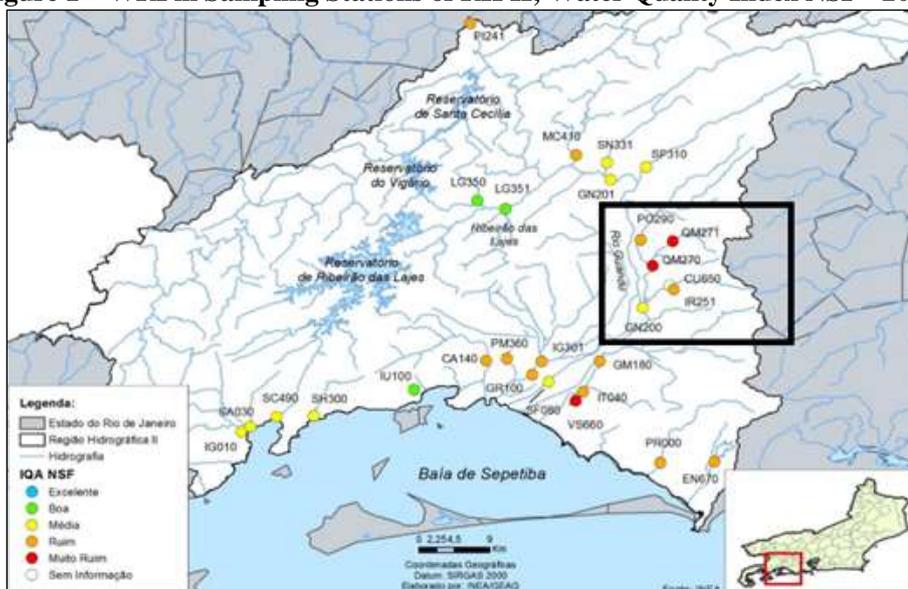
The lack of forest maintenance and management can jeopardize the processes that ensure the functional balance of the ecosystem, resulting in many aspects such as the deterioration of human life quality.

In order to correlate the existing green areas in Guandu River Basin with the WQI, the following were considered:

- Estimated population for the year 2017;
- Municipal area located in the river basin boundaries through *shapefile* “Land Cover Use” from Profill 2017 (PERH,2018);
- Forest area obtained by *shapefile*;
- Percentage of Green Areas (PAV): ratio between the green areas and the total area of the city;
- Green Area Index (IAV): ratio between the quantity of green areas according to the number of inhabitants of the city.

Water bodies, such as Queimados River, Guandu River, Santana River, Guandu Mirim River, Pirai River and Macaco River receive effluents of more than one city, and the analysis of the WQI of these bodies considers the contribution of the cities involved. The sampling stations corresponding to the Hydrographic Region II are shown in Figure 1.

Figure 1 – WRI in Sampling Stations of RH II; Water Quality Index NSF - 2017.



Source: INEA (2017)

We can infer that the percentage of the green areas can be correlated with the water quality, because the vegetal cover induces the effects on the infiltration

conditions and physical and chemical processes of the ecosystem, resulting in the final WQI.

Chart 6 – Green Area versus WQI

City	Water Body	Sampling Station	WQI	Percentage of Green Areas (%)	Green Area Index (m ² /inh.)
Queimados	Rio Queimados	QM 270	21,3	4,66%	24,28
Nova Iguaçu		QM 271	20,9	51,65%	661,96
Japeri	Rio Guandu	GN200	63,8	12,46%	100,46
Seropédica		GN200		9,37%	294,38
Mendes	Rio Santana	SN331	58,5	54,62%	2430,16
Miguel Pereira				56,33%	20471,1
Rio de Janeiro	Rio Guandu Mirim	GM180	28,1	18,37%	77,55
Nova Iguaçu				51,65%	661,96
Barra do Pirai	Rio Pirai	PI0241	38,2	23,76%	350,39
Pirai				42,98%	8440,37
Rio Claro				50,80%	24040,87
Paracambi	Rio Macaco	MC410	36,7	45,18%	1709,52
Engenheiro Paulo de Frontin				68,66%	6999,85
Japeri	Rio Poços	PO290	30,6	12,46%	100,46
Japeri	Rio Santo Antônio	SA030	53,5	12,46%	100,46
Seropédica	Rio Piranema	PM360	30,2	9,37%	294,38
Rio de Janeiro	Rio Piraquê	PR000	26,7	18,37%	77,55
Rio de Janeiro	Rio Engenho Velho	EN670	30,3	18,37%	77,55
Itaguaí	Rios Cação	CA140	47,3	36,14%	829,87
Itaguaí	Vale do Sangue	VS660	22,6	36,14%	829,87
Paracambi	Ribeirão das Lajes	LG350	73,1	45,18%	1709,52
Paracambi	Ribeirão das Lajes	LG351	74,1	45,18%	1709,52
Rio de Janeiro	Vale do Sangue	VS660	22,6	18,37%	77,55

Source: Author's compilation

Nonetheless, the assessment of the other variables of the WQI are recommended in order to allow the cause-and-effect relation of various factors parameterized with the water quality.

Regarding the sanitary sewer system, on average 22% of the population were seen to lack wastewater collection and treatment. Rio de Janeiro shows a high percentage of wastewater collection and treatment service, however, part of the city located in the RH II is considered to be the most underprivileged territorial part in terms of investment in urban infrastructure. Hence, the contribution of Rio de Janeiro (66.2%) slightly disguises the existing reality of the river basin.

Chart 7 – Waterwaste collection and treatment population.

City	Index without Service	Index with Service		
	Without collection and Treatment (2013)	By Individual Solution (2013)	With Collection and without Treatment (2013)	With Collection and Treatment (2013)
Barra do Pirai	3,5%	11,5%	68,0%	17,0%
Eng. Paulo de Frontin	34,2%	26,3%	39,6%	0,0%
Itaguaí	20,1%	9,0%	70,9%	0,0%
Japeri	31,0%	8,5%	60,5%	0,0%
Mangaratiba	20,1%	54,2%	25,7%	0,0%
Mendes	38,6%	19,1%	42,3%	0,0%
Miguel Pereira	29,6%	32,6%	0,0%	37,8%
Nova Iguaçu	15,0%	6,0%	75,1%	4,0%
Paracambi	36,3%	3,7%	44,0%	16,0%
Pirai	0,2%	9,8%	52,6%	37,4%
Queimados	16,6%	15,8%	67,6%	0,0%
Rio Claro	27,6%	6,8%	65,7%	0,0%
Rio de Janeiro	13,8%	4,2%	15,8%	66,2%
Seropédica	32,5%	7,5%	60,0%	0,0%
Vassouras	16,9%	26,0%	48,7%	8,4%
Average	22%	16%	49%	12%

Source: Author's compilation

The BOD parameter was used in order to assess the remaining organic load in the water after the treatment. According to the type of sewage treatment there is a variation in the efficiency of the removal of the organic load in terms of BOD. In compliance with CONAMA No. 430/2011 the efficiency of minimum removal is 60% of BOD.

With the purpose of calculating the total load (BOD/day) produced by the cities, the removal of BOD would be 60% where there is an adequate sanitary sewer system (collected and treated, or directed to the septic tank). The BOD of the other loads without treatment were not removed. As the information of BOD/day is at the municipal level, an estimate based on the population located in the Guandu river basin was made.

The sum of the remaining calculated loads, from the collection and the treatment infrastructure, suggests a daily load of 74.5 tons of BOD in the Guandu River Basin.

The sampling stations classified as poor in the WQI correspond to the cities with the highest rates of remaining loads in terms of BOD.

The BOD indicator suggests that the correlation established is met, and because of the presence of elevated organic loads in the water, the other parameters that compose the WQI follow the reflection of the deterioration of the water quality.

The correlation between the remaining loads of the cities with the Water Quality Index corresponding to the sampling station linked to the city is presented below.

Chart 8 – Remaining Load versus WQI.

City	Water Body	Sampling Station	WQI	Remaining Load (kg BOD/day)
Queimados	Rio Queimados	QM 270	21,30	6743,5
Nova Iguaçu		QM 271	20,90	10217,7
Japeri	Rio Guandu	GN200	63,80	5041,9
Seropédica				3446,5
Mendes	Rio Santana	SN331	58,50	774,2
Miguel Pereira				151,0
Rio de Janeiro	Rio Guandu Mirim	GM180	28,10	36456,3
Nova Iguaçu				10217,7
Barra do Piraí	Rio Piraí	PI0241	38,20	1329,7
Piraí				567,5
Rio Claro				687,3
Paracambi	Rio Macaco	MC410	36,70	1952,9
Engenheiro Paulo de Frontin				442,0
Japeri	Rio Poços	PO290	30,60	5041,9
Japeri	Rio Santo Antônio	SA030	53,50	5041,9
Seropédica	Rio Piranema	PM360	30,20	3446,5
Rio de Janeiro	Rio Piraquê	PR000	26,70	36456,3
Rio de Janeiro	Rio Engenho Velho	EN670	30,30	36456,3
Itaguaí	Rios Cação	CA140	47,30	5638,6
Itaguaí	Vale do Sangue	VS660	22,60	5638,6
Paracambi	Ribeirão das Lajes	LG350	73,10	1952,9
Paracambi	Ribeirão das Lajes	LG351	74,10	1952,9
Rio de Janeiro	Vale do Sangue	VS660	22,60	36456,3

Source: Author's compilation

The pollution from the industrial liquid effluents is characterized by the loss of energy, products and raw materials, resulting from industrial processes that should be controlled mainly due to the contribution that these effluents can make when discharged into the hydric bodies. The degradation of the hydric bodies is related to the type and flow of the effluent discharged and the capacity of self-depuration.

The BOD was used as a parameter in order to assess the impact of the industrial loads on the pollution of the Guandu River Basin.

For the identification of the remaining loads in terms of BOD in the cities, the database of the remaining industrial loads of UHP of the PERH Guandu were used.

Estimates of the corresponding loads to the cities based on the portion of areas of UHPs located in the city under discussion were used.

Rio de Janeiro, Seropédica, Piraí and Nova Iguaçu show higher concentrations of remaining loads and represent 71% of the remaining load of the Guandu River Basin.

The cities that show high remaining loads indicate a low WQI. The organic rate in the water body can be related to the water quality, yet the other characteristics, as well as the capacity of purification of the river, contribute to the conditioning of the water body.

Chart 10 – Remaining Industrial Load versus WQI.

City	Water Body	Sampling Station	WQI	Total Remaining Estimated Industrial Load by City (kg BOD/day)
Queimados	Rio Queimados	QM 270	21,3	392,86
Nova Iguaçu		QM 271	20,9	1114,82
Japeri	Rio Guandu	GN200	63,8	353,37
Seropédica		GN200		1292,43
Mendes	Rio Santana	SN331	58,5	446,29
Miguel Pereira				0,01
Rio de Janeiro	Rio Guandu Mirim	GM180	28,1	2521,76
Nova Iguaçu				1114,82
Barra do Pirai	Rio Pirai	PI0241	38,2	283,23
Pirai				1157,28
Rio Claro				0,13
Paracambi	Rio Macaco	MC410	36,7	12,39
Engenheiro Paulo de Frontin				606,88
Japeri	Rio Poços	PO290	30,6	353,37
Japeri	Rio Santo Antônio	SA030	53,5	353,37
Seropédica	Rio Piranema	PM360	30,2	1292,43
Rio de Janeiro	Rio Piraquê	PR000	26,7	2521,76
Rio de Janeiro	Rio Engenho Velho	EN670	30,3	2521,76
Itaguaí	Rios Cação	CA140	47,3	262,07
Itaguaí	Vale do Sangue	VS660	22,6	262,07
Paracambi	Ribeirão das Lajes	LG350	73,1	12,39
Paracambi	Ribeirão das Lajes	LG351	74,1	12,39
Rio de Janeiro	Vale do Sangue	VS660	22,6	2521,76

Source: Author's compilation

To use the river basin as a planning unit is a consolidated concept established by different laws that compose the hydric management. At the same time, this adoption is faced with obstacles regarding other consolidated concepts in terms of the management of the spaces such as the definition of the geographical boundaries: states and cities that are used as analytical units in terms of legislative, advisory and deliberative definitions throughout the years.

The selection of the Guandu River Basin as a case study can exemplify the complexity of the hydric management, since some cities contribute to it partly, and the municipal management to which they are linked does not take into consideration their influence on the river basin.

The diagnosis reached in chapter 3 allowed for the making of inferences about the relations of dependence that exist between the cities, because in some cases a

few cities are assisted by neighboring cities, either as a source of capture or as a discharge point.

The transposition of the Paraíba do Sul River and the Piraí River into the River Basin of the Guandu River is an example of the necessity to implement an integrated management, because it embraces the sharing of decisions between the Guandu Committee, CEIVAP, SERLA and ANA.

The diagnosis reached in the present work also allows for the recognition of the physical, biotic and social dynamic of the cities and the inference about their conception as unique domains that influence on the river basin in different ways through their attributes and boundaries.

In general terms the three variables used (green area, sanitary sewer system and industrialization) can be related to the water quality, since the conditioning of the vegetal cover, the sanitary sewer system and the industrialization of the cities interfere with the physical and chemical processes of the ecosystems.

The analysis of the other variables that aggregate the WQI of the hydric bodies is recommended in order to understand the major obstacles for obtaining the water quality. The indicators used allowed the analysis of the performance of the cities and, at the same time, corroborated the conception that they must have separate planning and actions with the purpose of embracing the specificities that each one has.

By reflecting on the regional planning of the river basin, the conception of its performance must stay in line with the balance of the ecosystem as a whole. The divergence of the cities in terms of participation must be overcome through political articulations based on common well being. It is believed that the implementation of a political demand system by the cities can help to achieve the regional hydric management of the river basin, and that this system should be based on the attributes and deficiencies of each city, aiming to achieve equity in the hydric conditioning through the establishment of benefit exchanges.

Keywords

Water management; Hydrographic basin; Guandu; Indicators

Sumário

1. INTRODUÇÃO	22
1.1. Objetivo geral	25
1.2. Objetivos específicos	25
2. UNIDADES DE PLANEJAMENTO DO TERRITÓRIO	27
2.1. Ferramenta de Gestão Mundial	28
2.1.1. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento	28
2.2. Ferramentas de Gestão Nacional	29
2.2.1. Código Civil Brasileiro (1916)	29
2.2.2. Código de Águas (1934)	31
2.2.3. Constituição Federal de 1988	33
2.2.4. Política Nacional De Recursos Hídricos	36
2.2.5. Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos	41
2.2.6. Lei Federal N9.984/2000 – Agência Nacional de Águas (Ana)	42
2.2.7. Código Civil Brasileiro – Lei 10.406 de Janeiro de 2002	43
2.3. Ferramentas de Gestão Estadual	44
2.3.1. Conselho Estadual de Recursos Hídricos	44
2.3.2. Plano Estadual de Recursos Hídricos	45
2.3.3. Instituto Estadual do Ambiente (INEA)	47
2.4. Ferramentas de Gestão Regional: Municípios e Bacias Hidrográficas	48
2.4.1. Comitês de Bacia Hidrográfica	48
2.4.2. Agências de Água	49
3. A BACIA DO RIO GUANDU ENQUANTO UNIDADE DE PLANEJAMENTO	51
3.1. Caracterização geral da área de estudo	51
3.2. A organização política-institucional de gestão	56
3.3. Integração das Bacias Guandu-Paraíba do Sul	58
3.4. Uso e ocupação do solo	61

3.4.1. Índice de Conectividade Estrutural (ICE)	67
3.4.2. Áreas de Proteção Permanente (APPs)	69
3.4.3. Unidades de Conservação (UCs)	70
3.5. Saneamento básico	72
3.5.1. Abastecimento de água	72
3.5.2. Esgotamento Sanitário	77
4. USO DE INDICADORES PARA UMA GESTÃO REGIONAL DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA	85
4.1. Áreas Verdes	85
4.2. Esgotamento Sanitário	92
4.3. Industrialização	99
5. Considerações Finais	109
6. Referências bibliográficas	113
ANEXO A – Unidades de Conservação na RH II.	122

Lista de figuras

Figura 1 – Regiões hidrográficas brasileiras.	37
Figura 2 – Regiões Hidrográficas e Regiões de Governo do Estado do Rio de Janeiro.	45
Figura 3 – Balanço hídrico: demanda qualitativa/disponibilidade.	46
Figura 4 – Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim.	52
Figura 5 – Classificação dos municípios pertencentes ao Comitê de Bacias do Guandu.	54
Figura 6 – Contribuição populacional dos municípios na Bacia Hidrográfica Guandu	55
Figura 7 – Sistema de transposição do Rio Paraíba do Sul-Guandu.	60
Figura 8 – Distribuição das classes de uso do solo por Municípios da RH II.	65
Figura 9 – Índice de Conectividade Estrutural (ICE) calculado para os remanescentes florestais na RH II.	69
Figura 10 – Unidades de Conservação: uso sustentável e proteção integral.	71
Figura 11 – Evolução dos índices de atendimento total de água na RH II.	76
Figura 12 – Presença de algas na captação da Estação de Tratamento de Água do Guandu.	80
Figura 13 – Evolução dos índices de coleta de esgoto na RH II.	83
Figura 14 – Evolução dos índices de tratamento do esgoto total gerado na RH II.	84
Figura 15 – IQA nas Estações de Monitoramento da RH II.	91
Figura 16 – Distribuição da carga orgânica gerada nos municípios, proporcional à população residente na RH II.	97
Figura 17 – Contribuição da carga remanescente nos municípios para a Bacia do Guandu.	106

Lista de tabelas

Tabela 1 – Informações referentes aos municípios pertencentes à RH II.	53
Tabela 2 – Área e percentual das classes de uso do solo na RH II.	62
Tabela 3 – Área (km ²) ocupada por diferentes classes de uso do solo nos municípios da RH II.	64
Tabela 4 – Índices de captação por setor dos municípios do RH II.	73
Tabela 5 – Índices de Abastecimento de Água - Bacia Guandu	75
Tabela 6 - Porcentagem referente às vazões de retorno do esgotamento sanitário por uso.	77
Tabela 7 – Índices de Esgotamento Sanitário - Bacia Guandu	82
Tabela 8 – Índice de áreas verdes dos municípios do RH II.	87
Tabela 9 – Correlação entre os índices de área verde com a qualidade da água.	89
Tabela 10 – Índices de Atendimento de Esgotamento Sanitário nos Municípios da RH II.	93
Tabela 11 – Cargas totais DBO/dia estimadas para cada município.	94
Tabela 12 – Distribuição da carga orgânica gerada nos municípios - proporcional à população residente na RH II	95
Tabela 13 – Correlação das cargas remanescentes com a qualidade da água.	98
Tabela 14 – Pontos de interferência cadastradas na RH II	101
Tabela 15 – Carga remanescente de DBO/dia estimada por município da RH II.	103
Tabela 16 – Resumo de carga estimada remanescente total por município da RH II.	105
Tabela 17 – Correlação das cargas industriais remanescentes com a qualidade da água.	106

Lista de quadros

Quadro 1 – Composição do SINGREH.	41
Quadro 2 – Entes do Sistema de Gestão	56
Quadro 3 – Descrição das classes do Uso do Solo	62
Quadro 4 – Classificação do IQA.	89
Quadro 5 – Classes de uso para corpos d’água da Região Hidrográfica Guandu	100

Lista de siglas

AGEVAP	Associação Pró-Gestão Das Águas Da Bacia Hidrográfica Do Rio Paraíba Do Sul
ANA	Agência Nacional De Águas
CBH	Comitê Da Bacia Hidrográfica
CEDAE	Companhia Estadual De Águas E Esgotos Do Rio De Janeiro
CEIVAP	Comitê De Integração Da Bacia Hidrográfica Do Rio Paraíba Do Sul
CERHI	Conselho Estadual De Recursos Hídricos
CF	Constituição Federal
CNARH	Cadastro Nacional De Usuários De Recursos Hídricos
CNRH	Conselho Nacional De Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional Do Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica De Oxigênio
DIGAT	Diretoria De Gestão Das Águas E Do Território
FIRJAN	Federação Das Indústrias Do Estado Do Rio De Janeiro
IAV	Índice De Áreas Verdes
IBGE	Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística
ICE	Índice De Conectividade Estrutural
INEA	Instituto Estadual Do Ambiente
IQA	Índice De Qualidade Da Água
MDR	Ministério Do Desenvolvimento Regional
MMA	Ministério Do Meio Ambiente
ONU	Organização Das Nações Unidas
PERHI	Plano Estadual De Recursos Hídricos
PNRH	Política Nacional De Recursos Hídricos
RH	Região Hidrográfica
SBAU	Sociedade Brasileira De Arborização Urbana
SEA	Secretaria De Estado Do Ambiente
SERLA	Fundação Superintendência Estadual De Rios E Lagos
SIMARJ	Sindicato Municipal Dos Aeroviários Do Rio De Janeiro
SINGREH	Sistema Nacional De Gerenciamento De Recursos Hídricos
SNIRH	Sistema Nacional De Informações Sobre Recursos Hídricos
SNIS	Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento
SNUC	Sistema Nacional De Unidades Conservação
SRHU	Secretaria De Recursos Hídricos E Ambiente Urbano
UC	Unidade Conservação
UHP	Unidade Hidrológica De Planejamento
WRI	World Resources Institute
WMO	World Meteorological Organization

1.

INTRODUÇÃO

As cidades, tidas como local de vivência de grande parte dos habitantes do planeta há muito são estruturadas a partir de uma perspectiva que concebe a natureza e a sociedade enquanto dimensões independentes. Hough (1998), por exemplo, aponta que esta situação já se estabelece desde a Renascença, quando o período iluminista se apresenta como a principal forma de percepção do mundo.

A localização das cidades resulta em uma lógica de necessidades e oportunidades que estão correlacionadas diretamente com a paisagem circundante no qual a cidade se desenvolve. Os rios, por exemplo, apresentaram-se durante grande parte da história como elemento estrutural para o desenvolvimento das cidades, pois foram usados como eixo para crescimento da malha urbana e recortes nas delimitações de espaços (PORATH, 2004).

No entanto, da mesma forma que pôde ser utilizado como mecanismo para estruturação espacial, os rios foram interpretados como barreiras, pois ao cruzarem segmentos do espaço urbano restringiam o espraiamento contínuo das cidades. Para adequação aos projetos voltados para o crescimento das cidades, os rios passaram por diferentes modificações.

Os processos de transformação ocasionaram poluição ambiental, urbanização descontrolada, alterações hidrológicas e morfológicas que concederam aos rios condições de degradação agravada (GORSKI, 2008). Estas alterações paisagísticas, por sua vez, refletiam-se diretamente sobre a sociedade produtora deste próprio espaço, resultando em situações de causa-efeito.

Após a década de 1960, os conhecimentos sobre os impactos ambientais ganharam força e passaram a ser associados aos processos de transformação e reprodução da sociedade industrial (TRAVASSOS, 2010). Foram através de conferências mundiais que a definição de conceitos, princípios, acordos e compromissos relacionados as questões ambientais passaram a ser implantados.

No que diz respeito a gestão dos recursos hídricos, o Princípio nº 1 de Dublin¹ afirma que para uma gestão efetiva é necessário a integração de todos os aspectos que interferem no uso dos recursos hídricos e sua proteção ambiental sejam eles físicos, sociais ou econômicos. Dessa forma, para que a integração ocorresse de forma eficiente sugeriu-se uma gestão baseada no recorte territorial das bacias hidrográficas (WMO, 1992). Segundo Yassuda (1993, p. 8), “a bacia hidrográfica é o palco unitário de interação das águas com o meio físico, o meio biótico e o meio social, econômico e cultural”.

Como elemento geomorfológico, a bacia hidrográfica recebe energia através de agentes climáticos e libera essa energia por meio do deflúvio. Assim, qualquer alteração no recebimento ou na dissipação dessa energia, provocará um sistema de compensação que buscará minimizar essas mudanças e retomar ao estado de equilíbrio dinâmico (LIMA; ZAKIA, 2000).

Essa concepção reforça a estreita relação da água com os outros elementos como o solo, o relevo, as rochas, a vegetação e o homem que através de suas transformações altera o equilíbrio funcional dos sistemas, proporcionando mudanças na qualidade e quantidade de água presente nas bacias hidrográficas (CARVALHO, 2014).

Desta maneira, infere-se que para uma eficiente gestão de recursos hídricos, visto a complexidade do controle das inúmeras variáveis que se relacionam com a água, se faz necessário a adoção de uma unidade de gestão que garanta a inclusão e integração dos diferentes atores e os diversos aspectos envolvidos. Sendo assim, o recorte espacial sugerido pela bacia hidrográfica torna-a como uma unidade que proporciona a compreensão dos diversos elementos contribuintes para os fenômenos que ocorrem ao longo do espaço.

O gerenciamento ambiental da bacia, como unidade territorial, envolve o cumprimento de cada agente participativo quanto a seu papel, responsabilidades e atribuições assim como, a definição do canal de comunicação entre as partes, pois a prioridade se dá ao bem coletivo em função dos interesses individuais (MACHADO, 2003).

¹ Os Princípios de Dublin são resultados da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada em Dublin na Irlanda em 1992 os quais se apresentam como fundamentos a serem seguidos para possibilitar o desenvolvimento sustentável e a proteção ao meio ambiente.

A lei nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997) instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos que, além de visar o uso racional da água, possui como um dos fundamentos a adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial para a implementação da Política Nacional dos Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

A adoção e entendimento da bacia hidrográfica enquanto unidade territorial resultou, por sua vez na criação (e, posteriormente, no fortalecimento) dos chamados Comitês de Bacias Hidrográficas. Esses, são organismos colegiados que fazem parte do SINGREH. São compostos por representantes dos três níveis do poder público, usuários da água e sociedade civil. Possuem poder de decisão e cumprem papel fundamental na elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia e na criação das políticas para a gestão dos recursos hídricos (ANA, 2013).

A adoção da utilização da bacia como nova unidade territorial pode contribuir para uma análise da gestão de conflitos, uma vez que o Brasil possui os municípios como unidades fortes em termos administrativos e políticos. O Comitê de Bacias como avaliador dos reais interesses sobre o uso da água, por exemplo, pode ser visto como espaço de disputa política entre os municípios que dele fazem parte, pois se torna vulnerável às práticas políticas clientelistas tradicionais (CARDOSO, 2003). Outra situação é ilustrada pela lei nº 14.026 (BRASIL, 2020) que define o exercício dos serviços de saneamento básico pelos Municípios restritos às suas respectivas áreas geográficas. Contudo, um município pode arcar com problemas que se originaram em outro, já que as causas e consequências pertencem a uma perspectiva regional ultrapassando o recorte territorial municipal.

São inúmeros os fenômenos que acontecem dentro da bacia hidrográfica e que possuem potencial de repercussão por toda sua extensão, como por exemplo: a ocupação das margens e nascentes dos rios que intensificam os efeitos negativos da erosão sobre o córrego, a capacidade de vazão, a qualidade e quantidade de água disponível; a implantação de mecanismos como as barragens e reservatórios; os problemas relacionados à oferta de abastecimento, reflorestamento, conservação e preservação de áreas ambientais.

Em função dessas problemáticas ocasionadas e repercutidas ao longo da bacia hidrográfica, é importante avaliar as bacias nas suas diferentes escalas sejam elas interestaduais ou intermunicipais bem como, a compreensão do relacionamento entre os vários estados ou municípios componentes da mesma unidade territorial de

planejamento. Dessa forma, o presente trabalho busca compreender a articulação política existente entre os diferentes agentes de uma mesma bacia hidrográfica quando mudanças no meio físico geram conflitos de interesse para um planejamento regional/local.

1.1.

Objetivo geral

Identificar e estabelecer correlações entre indicadores que possam contribuir para uma gestão de bacias sob perspectiva regional do planejamento das cidades, avançando para além dos limites municipais em sua concepção.

1.2.

Objetivos específicos

- Compreender a dinâmica política existente entre agentes que compartilham a mesma bacia hidrográfica;
- Examinar a configuração em que os municípios se encontram sob a perspectiva das características físicas, bióticas e socioeconômicas;
- Investigar possíveis correlações entre parâmetros e indicadores de gestão que possam auxiliar na construção de um planejamento de bacias regional articulado.

Desta maneira, a sequência deste trabalho contempla três capítulos. O capítulo 2 apresenta uma análise crítica das principais unidades de planejamento e legislações vigentes no território a nível mundial, nacional, estadual e regional sendo este referente aos municípios e bacias hidrográficas a fim de detectar o que se tem, como pode ser e quais os problemas que essas relações podem trazer ao planejamento local-regional já que a integração dos municípios resulta no conjunto de diferentes estruturas administrativas. O capítulo 3 apresenta um diagnóstico dos municípios pertencentes à Região Hidrográfica Guandu abordando as principais características físicas, bióticas e socioeconômicas a fim de qualificar a configuração singular que cada município possui, assim como possibilitar o entendimento dos mesmos como entidades componentes de uma bacia hidrográfica que devem se

articular em um planejamento regional. O capítulo 4 expõe a correlação entre as variáveis de área verde, esgotamento sanitário e industrialização com o Índice da Qualidade da Água visando exemplificar uma maneira de investigar a influência e contribuição dos municípios para a bacia como um todo.

2.

UNIDADES DE PLANEJAMENTO DO TERRITÓRIO

O Brasil contém cerca de 12% da água doce do Planeta, contudo a distribuição espacial desse recurso, seja ela subterrânea ou superficial se apresenta de maneira bastante irregular. A região Norte que possui a menor concentração de pessoas no país representa 8,3 % da população e compreende 68,5% da água do país enquanto a região Sudeste que abrange a maior concentração de pessoas no país 42,1% abriga 6,0% de água (IBGE, 2011).

Alguns fatores e paradigmas podem justificar a crise da água, em especial aqueles ligados às dimensões físicas e bióticas do espaço. Além disso deve-se citar o entendimento errôneo da água doce como bem infinito, a exclusão do recurso hídrico como elemento estratégico nas tomadas de decisão, a falta de integração da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) com as demais políticas públicas estabelecidas e os entraves presentes no sistema de saneamento básico do país (SILVA, 2012).

Desde sempre os recursos hídricos estabeleceram papel fundamental para o desenvolvimento das cidades, tendo em vista que os mesmos eram considerados como elemento facilitador para a expansão dos transportes, comunicação, comércio, atividades agrícolas e artesanais, bem como exercia função na defesa e proteção das cidades (BAPTISTA; CARDOSO, 2013).

O desenvolvimento descontrolado das cidades possibilitou o adensamento irregular de áreas, a descarga de cargas sanitárias e resíduos de atividades comerciais e manufatureiras inadequada, poluição urbana, ocupação nas margens, canalização e retificação de rios e córregos. Dessa forma, apesar de terem viabilizado o crescimento das cidades os rios passaram a sofrer impactos hidrológicos e ambientais, proporcionando prejuízos ambientais e socioeconômicos decorrentes de, por exemplo, inundações e deslizamentos de massa além perder de forma gradativa sua função como elemento da paisagem (BAPTISTA; CARDOSO, 2013).

Nas últimas décadas, intensificou-se o entendimento da estreita relação homem X meio ambiente fazendo com que as questões ambientais ganhassem maior peso na tomada de decisões e a preocupação sobre a qualidade de vida de forma geral aumentasse. Dessa maneira, a Conferência das Nações Unidas em 1992 no Rio de Janeiro foi um marco para a definição de princípios que viabilizassem o desenvolvimento sustentável através da combinação dos componentes ambientais, econômicos e sociais a fim de garantir qualidade de vida tanto para a geração atual quanto para as futuras no planeta.

O recurso hídrico sendo um elemento que promove a interação com os diferentes meios físicos, bióticos e antrópicos representa papel fundamental para a manutenção e equilíbrio da vida dos diferentes seres que se inserem nesses meios. Sendo assim, a gestão do recurso hídrico torna-se essencial para a garantia da funcionalidade dos fenômenos que se relacionam e ultrapassam limites físicos definidos.

Desta forma, apresenta-se de maneira fundamental a discussão sobre as principais ferramentas de gestão em nível global, nacional e estadual e municipal a fim de compreendermos as definições que garantiram a evolução e, assim como, os retrocessos que constituem o mecanismo de governança das águas.

2.1.

Ferramenta de Gestão Mundial

2.1.1.

Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

Algumas Conferências internacionais ocorreram a fim de definirem resoluções para as questões ambientais assim como as problemáticas voltadas para a água como a disponibilidade de água potável, a quantidade e qualidade e a funcionalidade do sistema de saneamento. Como exemplo pode-se destacar a Conferência do Rio/92 que teve papel fundamental no reconhecimento global da complexidade das questões ambientais (SILVA, 2007).

A partir da Conferência Rio 92 alguns documentos foram elaborados e assumiram importância mundial para o desenvolvimento sustentável, sendo eles: a Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento, uma declaração de princípios sobre florestas, a Carta da Terra, a Agenda 21 e três Convenções Internacionais – diversidade biológica, mudança do clima e, combate à desertificação (SILVA, 2015).

A Agenda 21 (MMA, 2002), no seu Capítulo 18, estabelecida pela Organização das Nações Unidas (ONU) afirma que a água exerce papel fundamental na vida humana em diferentes aspectos e assim assegura a importância de ter como objetivos a disponibilidade da água potável para toda população assim como a preservação das funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas de forma que a atividade humana respeite e enquadre seus projetos de acordo com a capacidade da natureza.

Os acordos pactuados entre as diferentes nações foram fundamentais para a divulgação e fortalecimento das questões ambientais em larga escala, porém, apesar das conciliações permitirem definições em amplitude mundial, os mesmos não foram suficientes visto que os compromissos definidos acabaram não sendo assumidos ou cumpridos por todos. Além disso, salienta-se que os processos corriam nas esferas judiciais de maneira bastante lenta quando comparados a rapidez da degradação ambiental (BITTENCOURT; PEREIRA, 2014). Ou seja, os acordos firmados não surtiam os efeitos ambientais almejados.

2.2.

Ferramentas de Gestão Nacional

2.2.1.

Código Civil Brasileiro (1916)

O Código Civil Brasileiro de 1916 apresenta alguns artigos que delimitam preceitos quanto à utilização da água, ao direito de vizinhança e ao possível valor econômico atribuído ao bem público, uma vez que no artigo 68 afirma que o uso dos bens públicos pode ser gratuito ou retribuídos dependendo da entidade administrativa que estejam subordinados (BRASIL, 1916, p. 7).

O Código apresentou intrinsecamente as suas definições, a existência da estreita relação entre os usuários e a água dado que qualquer transformação imposta no corpo d'água é potencialmente vinculada a prejuízos sociais, ambientais e econômicos para outros agentes que compartilham da mesma fonte.

Os artigos 563 e 564 do Código Civil limitaram, de certa forma, o uso e manipulação da água, pois definiram como direito do dono do prédio inferior reclamar ou exigir indenização quando o mesmo se sentir prejudicado por alguma mudança ou obra de arte realizada pelo dono do prédio superior: “Quando as águas, artificialmente levadas ao prédio superior, correrem dele para o inferior, poderá o dono deste reclamar que se desviem, ou se lhe indenize o prejuízo que sofrer” (BRASIL, 1916, p. 44). Dessa forma, o código possibilita, uma certa regularização quanto a disponibilidade e qualidade da água para todos os usuários e contribuintes do mesmo corpo d'água. Contudo, na ausência de um sistema de avaliação do impacto gerado pelas mudanças ao longo da extensão desse corpo d'água, o código permite inferir que caso o vizinho do prédio inferior não sofresse ou não percebesse algum dano, nada aconteceria. Assim, a penalização dependeria da percepção do prejudicado que poderia acontecer em um tempo indeterminado pós-alteração possibilitando assim, uma difícil e custosa restauração da condição natural ou adequada do corpo d'água.

Além dos artigos já mencionados, o Código reforça no artigo 565 o direito de uso da água por parte de todos de forma igualitária quando afirma que: “O proprietário de fonte não captada, satisfeitas as necessidades de seu consumo, não pode impedir o curso natural das águas pelos prédios inferiores” (BRASIL, 1916, p. 44). Ainda assim, entendemos que o código não se referiu diretamente ao domínio da água. Desta maneira, a competência administrativa das águas acaba não sendo titulada sob responsabilidade de um ente específico e sim de todos os envolvidos, o que por sua vez entrava na definição, regulamentação e cobrança efetiva do cumprimento das leis (DARONCO, 2013).

Entendemos que embora o Código Civil identifique o vínculo existente entre aqueles que compartilham de uma mesma bacia hidrográfica, o mesmo não impõe as limitações de posse e uso, assim como não determina as penalidades a serem executadas nos casos que se detecta a degradação do curso e corpo d'água por meio de alterações impostas. Além disso, percebe-se que o Código apresenta com uma

maior perspectiva sobre as definições de proteção da propriedade deixando de evidenciar a essencialidade da manutenção da qualidade da água.

Dessa forma, podemos inferir que o Código permitiu por meio de suas definições uma facilidade nos processos de transformações e acordo informais possibilitando a criação e manutenção de um sistema desequilibrado nos âmbitos sociais, econômicos e ambientais quando alguns se beneficiam através das realizações de obras de arte em contrapartida do prejuízo de outros.

2.2.2.

Código de Águas (1934)

A fim de promover o uso industrial da água e garantir condições de uso racional da mesma para favorecer o uso da energia hidráulica, o Decreto nº 24.643 (1934) pronunciou o Código de Águas a ser executado pelo Ministério do Meio Ambiente. Este novo decreto também marcou a gestão de recursos hídricos no Brasil, pois promoveu a primeira classificação legislativa da água de acordo com suas utilidades: públicas de uso comum e dominicais, comum e particular.

A classificação legislativa das águas define as classes da seguinte forma:

- Públicas de uso comum: são as águas dos mares territoriais, as correntes, canais, lagos e lagoas navegáveis ou flutuáveis, as fontes e reservatórios públicos;
- Públicas dominicais: são as águas compreendidas em territórios caracterizados como dominicais, ou seja, as águas que pertencem a patrimônios de domínio público;
- Comum: são aquelas consideradas não navegáveis ou flutuáveis;
- Particulares: são aquelas pertencentes a territórios classificados como particulares.

O Código de Águas garantiu um direito privado sobre a água quando a posse da mesma fosse vinculada à propriedade da terra. Segundo Barros e Barros (2009), em um país como o Brasil onde a atividade agrária era executada majoritariamente por latifundiários, a disputa entre proprietários de terra e trabalhadores rurais pelo uso da água tornava-se desleal pela concentração de poderes econômicos e políticos por parte dos coronéis. Por conseguinte, o direito privado sobre a água promoveu

uma intensificação na desigualdade social gerando disputas pela água que em alguns casos levou à morte dos envolvidos.

Antes da implementação do Código de Águas, o Estado não intervinha nas questões relacionadas a produção e geração de energia, nem mesmo tinha estabelecido leis voltadas para energia elétrica. As empresas privadas eram contratadas pelos estados e municípios que tinham liberdade na definição de contratos (GALVÃO; BERMANN, 2015).

As empresas concessionárias: Light, bem como a empresa canadense/norte-americana Amforp obtinham o monopólio dos processos de geração e distribuição e autonomia na correção de tarifas e cobrança do equivalente em ouro. Elas agiam dessa maneira, a fim de assegurar o lucro e proteção da inflação monetária e a desvalorização da moeda brasileira na época. A partir do Código, as tarifas passaram a ser fixadas baseadas no custo de operação e o valor histórico dos investimentos findando a cláusula de ouro e a correção monetária cambial automática (GALVÃO; BERMANN, 2015).

O Sistema Elétrico Brasileiro, instituído a partir do Código de Águas em 1934, garantiu que as empresas concessionárias tornassem proprietárias dos rios e cursos d'água referentes aos reservatórios antes outorgados para fins de geração de energia elétrica. Tal proposição possibilitou a execução de diferentes manobras para o atendimento de energia elétrica, mas não foi associada aos outros usos relacionados aos mesmos corpos d'água (GALVÃO; BERMANN, 2015).

A liberdade que os estados e municípios tinham sobre definições quanto a configuração de espaços expõe uma certa fragilidade na Gestão e Planejamento dos territórios do Brasil. A ausência da atuação e legislação do país permitiu que estratégias definidas por parte das unidades políticas administrativas impactassem diretamente no planejamento do próprio território como um todo e assim acabaram tornando-se, muitas vezes, como entraves nos projetos de desenvolvimento sustentável do território.

Dessa forma, podemos concluir que o Código de Águas impactou expressamente quando possibilitou a garantia do direito privado da água, gerando disputas pelo uso da mesma que favorecia os mais influentes na sociedade segregando economicamente e socialmente aqueles que não possuíam tais privilégios. Além disso, a importância do Código de Águas para a perspectiva nacional sobre a energia elétrica foi concisa a ponto de ter proporcionado o uso

prioritário da água para a geração de energia, porém não previu os danos associados aos usos múltiplos da água. Ainda assim, podemos por fim deduzir que a ausência de compatibilização de projetos que manipularam grandiosamente e por muitos anos o sistema natural de diferentes rios e cursos d'água configura-se como uma certa influência na crise hídrica atual.

2.2.3.

Constituição Federal de 1988

A Constituição Federal (CF) de 1988 permitiu a União e aos Estados criarem seus próprios sistemas de gestão de recursos hídricos uma vez que classifica os bens da União e do Estado.

São considerados como bens da União os rios, lagos e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a territórios estrangeiros ou dele provenham. Entre os bens do Estado estão “as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, decorrentes de obras da União” (BRASIL, 1988, p. 30).

O estatuto Jurídico das Águas no Brasil tem suas bases na CF 88 a qual compreende a proteção dos direitos humanos, do meio ambiente e dos recursos hídricos e naturais. Não apresenta, entretanto, a água como direito humano, mas através dos diferentes mecanismos, protege jurídica e constitucionalmente o recurso hídrico (AITH; ROTHBARTH, 2015).

Em relação aos direitos humanos, a constituição afirma que todo brasileiro tem como direitos fundamentais o direito à vida, à saúde e ao meio ambiente equilibrado. Dessa forma, como exposto por Aith e Rothbarth (2015) a proteção jurídica das águas torna-se uma consequência da indivisibilidade entre os direitos humanos, pois a garantia pela demanda da água potável assim como o sistema funcional de esgotamento sanitário são fatores essenciais para assegurar o atendimento aos direitos fundamentais da vida.

Em relação à proteção ao meio ambiente, a Constituição afirma que:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL, 1988, p. 131)

Além disso, impõe que aqueles que explorarem recursos minerais ou que tiverem conduta e agir em desacordo com o considerado legal para o meio ambiente estará sujeito a sanções penais e administrativas e encarregado de reparar os danos causados.

Referindo-se ao sistema de saúde, a CF 88 apresenta como competências a União a execução de programas de vigilância sanitária e epidemiológica, bem como os de saúde do trabalhador; formulação da política e execução de ações de saneamento básico; fiscalização e inspeção de alimentos, bebidas e águas para consumo humano e colaboração na proteção do meio ambiente (Art. 200). Desta maneira, entendemos que por mais que a CF 88 não declare a água como direito humano, ela possui definições e restrições em diferentes âmbitos que asseguram a água como um bem comum para todos.

Quando apresentamos o Código de Águas de 1934, evidenciamos a inexistência de uma gestão, assim como de uma legislação voltada para o setor de energia. Dessa forma, quem tinha autonomia nos processos de geração e distribuição eram as empresas concessionárias estrangeiras. De acordo com o Artigo 21 CF 88, passa a ser competência da União legislar sobre a água, energia, os serviços e instalações de energia elétrica e o aproveitamento energético dos cursos d'água em conjunto com os Estados considerados potenciais hidroenergéticos.

A CF 88 apresentou outro importante legado para a União: a criação de um sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definição de critérios de outorga de direitos de seu uso (Art. 21, XIX). Este inciso passou a ser parcialmente regulado com a criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos em 1997. A fim de aprimorar o desenvolvimento e reduzir as desigualdades regionais, a União prevê incentivos para que se priorize o aproveitamento econômico e social dos rios e das massas de água represadas ou represáveis nas regiões de baixa renda, sujeitas a secas periódicas, conforme exposto pelo Artigo. 43.

A CF 88 não esclarece a definição de águas superficiais ou subterrâneas permitindo questionamentos quanto à competência administrativa desses cursos d'água. Por exemplo, em situações onde as águas superficiais ou subterrâneas fluírem para outros estados a competência administrativa deverá ser voltada a critérios e parâmetros não mais estatais, mas sim de acordo com uma nova

perspectiva, a da bacia hidrográfica (CUNHA; VEIGA; KELMAN, 2004). Estas situações remetem a atuação dos comitês de bacia que podem atuar através da promoção de discussões que levam em consideração os aspectos ambientais e sociais envolvidos assim como as necessidades humanas buscando promover uma articulação entre as diferentes entidades atuantes sobre esse mesmo corpo d'água. Para o mesmo fim, a Agência Nacional de Água regula o acesso e uso dos recursos hídricos em águas de domínio da União. Essa duplicação de responsabilidades entre os Comitês e da ANA sugere um questionamento quanto a efetiva compatibilização dessas atribuições sobre a gestão sustentável dos recursos hídricos (FADUL; VITORIA; CERQUEIRA, 2013).

A CF 88 proporcionou uma mudança no conceito de domínio das águas. Enquanto que o Código de Águas de 1934 possibilitou o direito privado da água, a CF 88 anula essa definição e apresenta a água como um bem de domínio público o qual deverá ser compartilhado por todos que dele necessitarem. Contudo, apesar dessa importante mudança na legislação, alguns lugares do país ainda não vivem essa realidade e as causas para esse problema envolvem a disposição irregular dos estados ao longo do país e a falta de informação sobre direitos, cidadania e acesso aos instrumentos judiciais (BARROS; BARROS, 2009).

Podemos inferir que a Constituição Federal de 1988 foi um marco importante na gestão dos recursos hídricos no Brasil, pois impulsionou a consolidação da governança de água no país, redefiniu princípios como a garantia da água como bem público, a relação dos diferentes fenômenos ambientais, sociais, econômicos e da saúde com a garantia da água para todos e garantiu a competência de um órgão para gestão da energia fazendo com que as questões relacionadas aos recursos hídricos ganhassem importância nas tomadas de decisão.

Da mesma forma com que a CF 88 garantiu um aperfeiçoamento na gestão de recursos hídricos, a mesma apresentou lacunas que possibilitaram questionamentos quanto aos processos a serem definidos, por exemplo, nos casos em que envolvem mais de um estado na administração de uma mesma bacia hidrográfica a CF não define como proceder. Embora que nessas situações, os Comitês e as Agências Reguladoras atuem, há a necessidade da definição por parte da CF do órgão mediador que garanta a equidade de direitos por ambas as partes definindo assim os critérios e princípios a serem cumpridos já que o avanço dos limites político-administrativos envolve diferentes necessidade e interesses.

Além disso, identifica-se a deficiência no cumprimento da disponibilidade da água para todos. A legislação aponta os direitos básicos que todo cidadão possui, mas a garantia não se estende para todos.

2.2.4.

Política Nacional De Recursos Hídricos

A governança da água no Brasil foi estabelecida pela Lei nº 9.433/97 (BRASIL, 1997) a qual instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Recursos Hídricos (SINGREH). A proposta era de uma governança descentralizada garantindo a participação social, o envolvimento e a negociação dos interessados, assegurar a água como bem de domínio público e recurso natural limitado, priorizar o uso múltiplo das águas, utilizar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e em casos de escassez destinar o uso prioritário ao consumo humano e dessedentação de animais.

Para assegurar o cumprimento dos fundamentos, a PNRH instituiu os seguintes instrumentos de gestão:

I - Os Planos de Recursos Hídricos;

II - O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;

III - A outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;

IV - A cobrança pelo uso de recursos hídricos;

V - A compensação a municípios;

VI - O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

A definição da bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos consiste em considerar a divisão do território brasileiro em 12 regiões hidrográficas como objetos de estudos e projetos conforme apresentado na figura 1. A divisão hidrográfica estabelece-se entre territórios municipais e regiões administrativas avançando muitas vezes limites políticos administrativos estabelecidos. Dessa forma, torna-se também um influenciador na gestão urbana e regional (PERES; SILVA, 2010).



Figura 1 – Regiões hidrográficas brasileiras.

Fonte: CNRH (2003)

A discordância observada entre os limites territoriais da bacia e as delimitações político-administrativas é um entrave para a gestão ambiental no geral e especificadamente para a implementação da PNRH e dos seus respectivos instrumentos (PERES; SILVA, 2010).

De acordo com Peres e Silva (2010), esta situação evidencia as limitações quanto a adoção da bacia hidrográfica como recorte físico-territorial para o gerenciamento das águas, sendo em alguns casos necessários complementos de recortes especiais como os aquíferos, unidades de preservação, regiões administrativas, municípios, entre outros.

A Lei n. 9.433/97 (BRASIL, 1997) não exige a aplicação de todos os instrumentos de gestão a todas as bacias visto que cada uma apresenta necessidades particulares, expectativas locais dependendo da comunidade referente e limites naturais da bacia, sejam eles físicos, hidrológicos, ambientais, sociais, entre outros. Da mesma forma, a lei permite a criação de outros instrumentos que possam melhor atender às particularidades de cada bacia, como exposto por Porto e Porto (2008). Os autores ainda apresentam que os Planos de Recursos Hídricos e o Enquadramento dos Recursos hídricos são instrumentos baseados na construção de

consensos, pois ambos se referem ao estabelecimento de cenários desejados levando em consideração aspectos econômicos, qualidade ambiental e rateio de custos sociais. Esses dois instrumentos assumem papel fundamental na gestão territorial, pois ao definirem as competências das bacias no plano e os objetivos de qualidade da água restringem o uso e ocupação do solo incentivando algumas atividades e reprimindo outras.

O Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) foi aprovado em 2006 pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Como instrumento de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos visa orientar e fundamentar tal política além de auxiliar no gerenciamento de recursos hídricos (MMA, 2011). Apesar da existência de um Plano Nacional, destaca-se que os Planos se estabelecem de fato em três níveis: nacional, estadual e bacia hidrográfica a fim de manter a integração dos diferentes usos da água. Além disso, dispõe da participação de órgãos governamentais, da sociedade civil, dos usuários e das demais instituições que participam do gerenciamento dos recursos hídricos (ANA, 2013).

O enquadramento dos corpos d'água em classes visa estabelecer metas de qualidade da água compatíveis com seus diferentes usos assim como diminuir os custos voltados ao combate à poluição nos corpos d'água. O enquadramento é um instrumento que tem relação com as políticas de uso e ocupação do solo, uma vez que restringe a forma de ocupação daquela área. Para o enquadramento e a criação de planos de recursos hídricos necessita-se de critérios técnicos e bases representativas sendo assim, a importância do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos estruturado. Assim, para que o Plano apresente bom desempenho, faz-se necessário a aplicação dos fundamentos da gestão descentralizada envolvendo órgãos gestores de recursos hídricos, agências de água, usuários, comitês de bacias e conselhos de recursos hídricos (nacional e estaduais) (ANA, 2013).

Apesar dos critérios físicos-bióticos valorizados pelos Planos, um dos maiores avanços associados à Lei nº 9.433/97 foi no âmbito social. Isto porque, conforme exposto anteriormente, a Lei possui como um dos seus fundamentos principais que água passa a ser entendida como um bem de domínio público. Deixa, desta forma, de ser um incentivo a desigualdade social antes vinculada ao direito privado sobre a água (BARROS; BARROS, 2009).

Da mesma maneira, a lei nº 9.433 (BRASIL, 1997) possibilitou uma correção na definição do uso prioritário da água. De acordo com o Código de Águas de 1934, o uso prioritário da água era voltado para a geração de energia tal conceito só passou a ser contestado após a implementação do fundamento do uso múltiplo da água. Conforme a lei nº 9.433/97, a gestão de recursos hídricos deve garantir a possibilidade de uso múltiplo da água simultaneamente. Dessa forma, as atividades como consumo doméstico, agricultura, irrigação, pecuária, produção de energia, dessedentação animal, transporte e saneamento têm direito ao acesso do recurso hídrico igualmente excluindo a prioridade do uso em apenas uma atividade (GALVÃO; BERMANN, 2015).

Ao afirmar que a água é um recurso natural limitado, a lei nº 9.433/97 coloca um fim no paradigma de que a água é um bem ilimitado e introduz a importância da racionalização do mesmo. Como consolidação deste fundamento, a lei apresenta como objetivos a certificação da necessária disponibilidade de água em padrões de qualidade adequado aos respectivos usos, o incentivo a captação, preservação e o aproveitamento de águas pluviais e o instrumento de outorga dos direitos de uso de recursos hídricos (BRASIL, 1997). A outorga concerne em um mecanismo que o outorgante (União, Estado ou Distrito Federal) concede ao outorgado os direitos de uso dos recursos hídricos por prazo determinado nos termos e nas condições expressas no respectivo ato.

A ideia da outorga apareceu, sucintamente no Código de Águas, quando estabeleceu em seu artigo nº 43:

As águas públicas não podem ser derivadas para as aplicações da agricultura, da indústria e da higiene, sem a existência de concessão administrativa, no caso de utilidade pública e, não se verificando esta, de autorização administrativa, que será dispensada, todavia, na hipótese de derivações insignificantes (BRASIL, 1934, p. 6).

Segundo Silva e Boas (2013), a preocupação apresentada no Código de Águas está relacionada ao balanço hídrico de forma que a outorga era utilizada apenas para garantir esse balanceamento. Contudo, quando a lei nº 9.433/97 instituiu o instrumento de outorga afirma que o mesmo passará a ser usado para controle qualitativo e quantitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso a mesma.

De acordo com Barros e Barros (2009), a política de gestão instaurada no Brasil fundamentou-se em um modelo francês que tinha como objeto um país onde todos os cursos d'água são considerados nacionais, ou seja, todos são subordinados

a um único comando. Diferentemente da França, o Brasil como República Federativa apresenta duas titularidades: o rio federal, de domínio da União e o rio estadual, de domínio dos estados. Os autores afirmam que:

É preciso considerar que na lei nº 9.433/97 não foram estabelecidos níveis de subordinação gestora, ou seja, uma sub-bacia apesar de subordinada do ponto de vista hidrológico, não está subordinada, no que se refere à sua gestão, à bacia maior. Traduzindo, segundo o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, um comitê de uma sub-bacia não está subordinado ao comitê da bacia hidrográfica ao qual ela pertence (BARROS; BARROS, 2009, p. 11).

A administração compartilhada de um mesmo rio possibilita a geração de diferentes conflitos, pois, em situações que envolvam a atuação de mais uma competência administrativa discute-se diferentes critérios, projetos e interesses. Por exemplo, o Rio Paraíba do Sul que tem seus afluentes nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, compõe a bacia hidrográfica do Rio Guandu cujas águas são responsáveis pela maior contribuição para o abastecimento da região metropolitana do Rio de Janeiro. Contudo, para garantir tal contribuição, foi necessária uma transposição de águas do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu a fim de aumentar a vazão deste último e permitir o abastecimento de aproximadamente 80% da região metropolitana (CBH GUANDU/AGEVAP, 2015).

Da mesma forma que o Estado do Rio de Janeiro mantém o interesse por essa manobra realizada no curso do rio devido a sua indiscutível importância para o abastecimento da metrópole, o Estado de São Paulo também demonstra aspiração sobre a captação de águas do rio Paraíba do Sul, pois busca possíveis soluções para a crise hídrica vivida no estado. A formalização desse interesse se deu em 2013 com a divulgação do Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista que apontava 10 possíveis mecanismos que viabilizassem o aumento da disponibilidade hídrica no estado. Dentre essas possibilidades levantadas, 5 previam a captação de águas na bacia do rio Paraíba do Sul. Como resposta, o Estado do Rio de Janeiro se posicionou através de uma nota técnica afirmando que “a manutenção das regras operacionais atuais deve ser garantida, tanto para evitar, hoje, problemas semelhantes aos surgidos durante a crise de água entre 2001 e 2004, quanto para o atendimento futuro dos usos da água na Bacia do rio Guandu” (INEA/DIGAT, 2014, p. 17).

Além disso, o Estado do Rio de Janeiro solicitou que a ANA e o Governo do Estado de São Paulo avaliassem os impactos relacionados às propostas e ressaltou a disponibilidade de outras 4 bacias hidrográficas que o Estado de São Paulo possui como opção para ampliar a disponibilidade hídrica (CASTRO; FERREIRINHA, 2012).

Dessa maneira, infere-se que o sistema exige uma gestão integrada por parte dos diferentes atores envolvidos dependendo de um intermédio federal para definição de uma solução perante as diferentes intenções e concepções sob uma mesma bacia hidrográfica. Ademais, constata-se que apesar da evolução legislativa na disposição de novas leis, planos, conselhos e órgãos atuando na gestão das águas, os fenômenos espaciais decorrentes do encadeamento dos atores, eventos e objetos que a água influencia criam um espaço complexo para gestão fazendo com que novas medidas e definições sejam tomadas, caso a caso através da atuação de órgãos mediadores.

2.2.5.

Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) também instituído pela lei nº 9.433/97 se apresenta como o conjunto de órgãos e colegiados que concebe e implementa a Política Nacional das Águas. A principal responsabilidade do Sistema é gerir os usos as águas de forma democrática e participativa e, além disso, tem como objetivos: coordenar a gestão integrada das águas; administrar os conflitos voltados aos recursos hídricos; planejar, regular e controlar o uso e recuperação do corpo d'água e promover a cobrança pelo uso da água (ANA, 2013).

A estrutura que compõe o SINGREH segue a formação conforme apresentado no quadro 1:

Quadro 1 – Composição do SINGREH.

Âmbito	Organismos colegiados	Administração direta	Poder Outorgante	Entidade da Bacia
Nacional	Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH	Ministério do Meio Ambiente - MMA/ Sistema Regional de Recursos Hídricos - SRHU	ANA	Agência de bacia
	Comitê de Bacia			

Estadual	CERH	Secretaria de estado	Entidades estaduais	Agência de bacia
	Comitê de Bacia			

Fonte: (ANA, 2013)

Os organismos colegiados são os conselhos de recursos hídricos nacional e estadual e os comitês de bacia que dependendo da sua amplitude poderá ser considerado sob âmbito nacional ou estadual. A administração direta, quando se trata do segmento nacional é direcionada pelo Ministério do Meio Ambiente e o Sistema Regional de Recursos Hídricos enquanto que no segmento estadual as secretarias de estados assumem essa competência. A ANA possui o poder outorgante dentro do SINGREH quando se refere às questões federais e as entidades estaduais quando se trata de situações estaduais. Em referência as entidades da bacia, a agência de bacia atua em ambos os segmentos já que se trata de órgãos executivos vinculados aos respectivos Comitês de bacia.

2.2.6.

Lei Federal N9.984/2000 – Agência Nacional de Águas (Ana)

A Agência Nacional de Águas foi criada pela lei nº 9.984, de 2000 para complementar o sistema de gestão de recursos hídricos no país. Sua competência envolve a implantação da política nacional de recursos hídricos, poder outorgante de fiscalização e cobrança pelo uso da água (PORTO; PORTO, 2008).

A ANA segue quatro linhas de atuação:

Regulação: regula o acesso e o uso dos recursos hídricos considerados de domínio da União, serviços de irrigação e adução de água bruta. Emite e fiscaliza o cumprimento de normas;

Monitoramento: responsável por acompanhar a situação dos recursos hídricos do Brasil através de planejamento e controle do uso da água a fim de prevenir eventos críticos;

Aplicação da lei: coordena a implementação da PNRH através de programas, projetos, dando apoio a gestores estaduais e a instalação de comitês e agências de bacias;

Planejamento: elabora ou participa de estudos estratégicos como os Planos de Bacias Hidrográficas.

Segundo Barbosa e Barbosa (2012), a ANA tem evoluído a interação entre os atores constituintes da gestão de águas mediante as ações contributivas e aponta que a causa da agência não ter implantado a PNRH de maneira absoluta no sistema de gestão das águas é responsabilidade do Poder Executivo Federal que falha no incentivo político para fortalecer a necessidade e importância de tal implantação.

2.2.7.

Código Civil Brasileiro – Lei 10.406 de Janeiro de 2002

A lei nº 10.406 de janeiro de 2002 instituiu um Código Civil reformulado que se torna vigente até hoje. Esse código apresenta algumas modificações na forma como se apresenta quanto às restrições de uso, posse e penalidades para aqueles que danificaram de alguma forma a qualidade e o abastecimento da água para o proprietário do prédio inferior.

O artigo 1.290 reafirma o formulado no artigo 565 do Código Civil de 1916 constatando o direito de todos quanto às utilidades da água e a proibição quanto ao impedimento e desvio do curso d'água. Entretanto, como uma das inovações do Código de 2002, o art. 1.290 enaltece o uso das águas pluviais ressaltando o consumo da água apenas para a satisfação das necessidades de consumo.

Ainda que de forma superficial, o Código Civil de 2002 apresenta uma discreta menção quanto ao cuidado à qualidade da água. O artigo 1.291 afirma que:

O possuidor do imóvel superior não poderá poluir as águas indispensáveis às primeiras necessidades da vida dos possuidores dos imóveis inferiores; as demais, que poluir, deverá recuperar, ressarcindo os danos que estes sofrerem, se não for possível a recuperação ou o desvio do curso artificial das águas. (BRASIL, 2002, p. 98).

Em contrapartida, o novo Código Civil apresenta algumas permissões quanto a novas construções que, de certa maneira, dificultam a manutenção da qualidade da água e o balanço hídrico. Por exemplo, o artigo 1.292 do Código permite ao proprietário construir mecanismos que garantam o armazenamento da água em seu prédio, como a construção de barragens e açudes. Da mesma forma, o artigo 1.293 aprova a construção de canais para represamento da água com fim de garantir o abastecimento e assim suprir as necessidades de consumo. Em ambos os casos, é evidenciado a necessidade de indenização aos proprietários prejudicados e quando se remete a construção de canais é ressaltada a cautela necessária para que as atividades como agricultura, indústria e a drenagem natural dos terrenos não sejam prejudicadas com as novas construções. Vale ressaltar que quando o código aponta essa preocupação com as demais atividades vinculadas ao uso da água, ele relaciona o prejuízo com a possível redução da vazão contribuinte da água para estes fins, mas não vincula a provável degradação qualitativa dos cursos d'água.

Através dos artigos 1.292 e 1.293, o Código possibilita ao proprietário o julgamento quanto à indispensabilidade da construção de mecanismos que permitam o represamento da água mesmo que o proprietário não seja capacitado para avaliar tal necessidade e os impactos a curto e longo prazo vinculados a essas construções. Além do mais, a avaliação quanto ao prejuízo sofrido, poderá ser em casos irreversíveis ou que demande tecnologias com alto custo que inviabilizem a restauração. Por fim, acredita-se que essa autonomia proporcionada pelo Código possa favorecer e privilegiar aqueles que tenham de alguma forma, poderes e alianças econômicas e políticas, desfavorecendo aqueles que não possuem.

O reformulado Código Civil brasileiro apresenta novos critérios quanto ao uso da água incluindo a permissão da construção de mecanismos que venham garantir os benefícios de alguns em contrapartida do possível prejuízo dos prédios vizinhos. Além disso, as definições impostas continuam apresentando-se com maior enfoque nas questões relacionadas à proteção da propriedade, utilização e abastecimento da água deixando lacunas quanto às definições e critérios de qualidade da água a seguir a fim de manter ou restaurar a condição original da água. Neste quesito, a Resolução Conama N°357 (2005) torna-se um complemento na gestão dos recursos hídricos corrigindo a falha quanto à ausência de critérios e diretrizes necessários para o enquadramento dos corpos d'água de acordo com sua classificação.

2.3.

Ferramentas de Gestão Estadual

2.3.1.

Conselho Estadual de Recursos Hídricos

A Resolução N° 107 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI-RJ, 2013) divide o estado em nove Regiões Hidrográficas (RHs). Estas são unidades de gestão dos recursos hídricos e de gestão ambiental em geral. A figura 2 ilustra a disposição destas unidades.

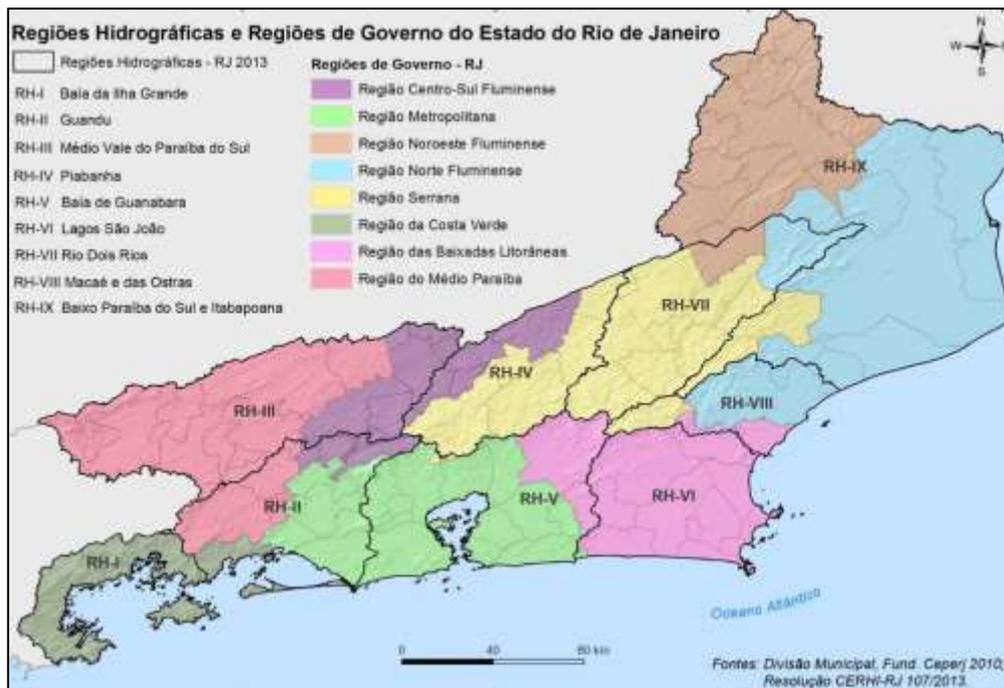


Figura 2 – Regiões Hidrográficas e Regiões de Governo do Estado do Rio de Janeiro.
 Fonte: (INEA/COPPETEC, 2014)

Comparando com os limites das Regiões do Governo, percebe-se que a maior parte dos limites das RHs não coincidem com as divisões político-administrativas adotadas como unidades de gestão para o governo. Esta incompatibilidade é considerada um dos entraves principais na gestão dos recursos hídricos, pois as bacias e regiões hidrográficas acabam não sendo ponderadas pelo governo da mesma forma que as unidades político-administrativas são fazendo com que a definição de legislações, planos e projetos utilizem como objeto de estudo as unidades político-administrativas consolidadas em sua gestão. Desta maneira, a exclusão de fatores que se relacionam ultrapassando os limites político-administrativos estabelecidos acaba sendo desconsiderados e as questões que são vinculadas pela relação causa e consequência desse fenômeno espacial acabam não sendo resolvidas (INEA/COPPETEC, 2014).

2.3.2.

Plano Estadual de Recursos Hídricos

O Plano de Recursos Hídricos é uma ferramenta que define os usos prioritários e os programas de investimento para desenvolvimento, recuperação e conservação de uma área, propõe soluções de conflitos, busca garantir disponibilidade de água em quantidade e qualidade para os usos atuais e futuros,

além de auxiliar na implementação da Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos (DIGAT, 2015).

O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro - PERHI-RJ (INEA/COPPETEC, 2014) foi aprovado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos em fevereiro de 2014. Este plano torna-se um instrumento para a implantação e orientação da Política Estadual de Recursos Hídricos.

O PERHI-RJ apresentou diagnósticos com a identificação de aspectos relevantes naturais e antrópicos que influenciam em algumas questões da qualidade e quantidade dos recursos hídricos do estado, estudos sobre a demanda do uso da água e a disponibilidade hídrica no estado do Rio de Janeiro assim como criou cenários de demanda hídrica com horizonte de planejamento até 2030 baseando-se em projeções de crescimento econômico e demográfico.

Um dos resultados apresentados pelo PERHI-RJ condiz à identificação das regiões hidrográficas mais críticas quanto à disponibilidade da água em quantidade e qualidade. As Unidades Hidrológicas de Planejamento que apresentaram vulneráveis quanto à disponibilidade quali-quantitativa da água condiz com as regiões hidrográficas do Guandu (RH II) e a da Baía de Guanabara (RH V). Um dos fatores que pode contribuir para justificar essa crítica demanda é a relação de dependência que a metrópole do Rio de Janeiro mantém com as águas transportadas do Rio Paraíba do Sul. A figura 3 apresenta a demanda qualitativa e disponibilidade da água por UHP.

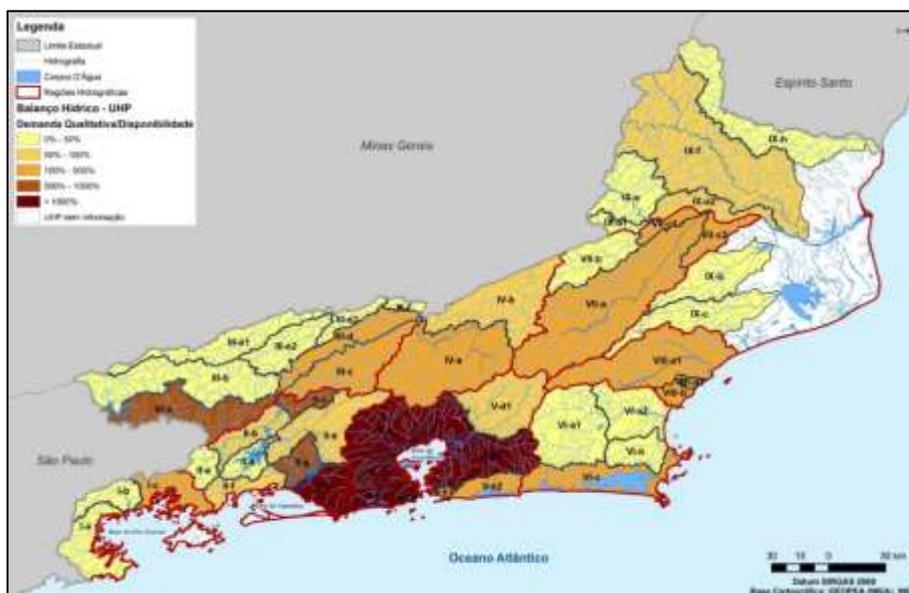


Figura 3 – Balanço hídrico: demanda qualitativa/disponibilidade.

Fonte: (INEA/COPPETEC, 2014)

Outro resultado apontado pelo PERHI-RJ é referente à necessidade de proteção dos mananciais de abastecimento públicos e a cobertura vegetal das áreas de proteção permanente, uma vez que os principais rios apresentam 10% a menos de cobertura florestal natural e as pastagens ocupam mais de 70% dessas áreas. O próprio PERHI apresenta uma relação existente entre os pontos de captação e as áreas suscetíveis à erosão mostrando que a localização preferencial de captação coincide com as áreas de alta suscetibilidade à erosão. Dessa maneira, deduz-se que o procedimento de captação das águas não tem cumprido com os requisitos e definições quanto ao uso e ocupação do solo permitindo a conclusão que as atividades de captação da água promovem diretamente como consequência a redução da cobertura florestal natural e por fim a erosão. Em relação as pastagens, tem-se que além da ocupação de grandes áreas, a expansão das pastagens pode acarretar a um maior consumo da água devido à irrigação e a possibilidade da contaminação das águas com adubos, agrotóxicos e efluentes orgânicos, ou seja, pode desconfigurar o balanço hídrico e a qualidade da água (INEA/COPPETEC, 2014).

Uma outra conclusão apresentada pelo PERHI-RJ é a necessidade da determinação dos aspectos técnicos e institucionais que devem ser aperfeiçoados para o fortalecimento do sistema de gestão de recursos hídricos. Por exemplo, a revisão da complexa estrutura institucional do INEA gera complicações para a Diretoria de Gestão das Águas e do Território – DIGAT que deve estabelecer uma boa articulação com as diferentes diretorias do INEA a fim de garantir a implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, como a outorga e o sistema de informações.

2.3.3.

Instituto Estadual do Ambiente (INEA)

A lei estadual Nº 5.101 (2007) dispõe sobre a criação do Instituto Estadual do Ambiente e estabelece como competências e atribuições: o poder de polícia em matéria ambiental e de recursos hídricos uma vez que for identificado a prática de infrações; editar atos de outorga e extinção de direito de uso, assim como efetuar a cobrança dos usuários dos recursos hídricos; administrar as unidades estaduais de conservação, entre outros.

No Sistema de Recursos Hídricos o INEA assume a posição a nível estadual de gestor de água, possui como secretaria executiva o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI), estabelece vínculo direto com a Secretaria Estadual do Ambiente (SEA) e promove a articulação assim como a cooperação com demais entidades como o MMA, Municípios, Comitês de Bacias Hidrográficas e Agências de Águas.

2.4.

Ferramentas de Gestão Regional: Municípios e Bacias Hidrográficas

2.4.1.

Comitês de Bacia Hidrográfica

Como mencionado, o recorte geográfico baseado nas bacias hidrográficas proporciona determinada dificuldade para gestão de recursos hídricos visto que envolve a participação e integração com diferentes atores como a administração pública, órgãos de saneamento, instituições ligadas à atividade agrícola, gestão ambiental, entre outros e cada setor seja subordinado a competências administrativas diferente da bacia hidrográfica correspondente (PORTO; PORTO, 2008). Desta maneira, a utilização da bacia hidrográfica como unidade territorial para a implantação da PNRH e atuação do SNGRH envolve entraves administrativos.

Como exposto anteriormente, o sistema hídrico nacional divide-se a partir de categorizações de rios federais e estaduais. Esta categorização acaba por repercutir diretamente nas definições das bacias. As bacias estaduais definem-se quando os rios apresentam suas nascentes e seus deságues dentro dos domínios estaduais. Já as bacias federais remetem-se àquelas em que o rio principal da bacia se enquadra como rio federal, sendo seus afluentes estaduais. Logo, não há uma definição de bacia federal e em situações que as envolvam, não haverá um único órgão a ser subordinado ou uma só titularidade. Nesses casos ocorrerá discussões políticas entre os estados envolvidos e a União ou ainda entre os órgãos gestores e a Agência Nacional de Águas (BARROS; BARROS, 2009).

A fim de garantir a equidade e sustentabilidade aos diferentes usos da água faz-se uso de instância de decisão local por meio da qual as decisões são levadas

para o nível local da bacia. Essa instância de decisão local é designada como Comitês de Bacia Hidrográficas (PORTO; PORTO, 2008). Os Comitês atuam como órgãos deliberativos e consultivos de gerenciamento dos recursos hídricos sendo responsáveis por garantir uma articulação com os diferentes grupos de interesse envolvidos, visto que cada um apresenta condições e necessidades particulares (JACOBI, 2010).

Segundo Alvim, Bruna e Kato (2008) para que os comitês de bacias hidrográficas atuem na gestão das águas e representem um papel relevante na operacionalização e concepção da gestão integrada é necessária uma articulação concreta com as outras políticas estabelecidas naquele território. Esta articulação exige, obrigatoriamente, uma negociação com diferentes instâncias de governo, setores institucionais e atores que determinam conflitos e interfaces múltiplas.

O maior problema com o qual se têm defrontado muitos comitês é o fato dos diversos atores envolvidos na dinâmica territorial terem visões do processo e dos objetivos que pelo fato de serem divergentes, dificultam a busca de soluções que parecem mais equitativas ... A grande questão que se coloca é quanto à capacidade de negociação e de estabelecer pactos. Dada a complexidade do processo, e das dificuldades de se consolidar um parâmetro de cidadania ambiental, os limites estão dados pela prevalência de lógicas de gestão que ainda centram, na maioria dos casos, uma forte prevalência do componente técnico como referencial de controle do processo. (JACOBI, 2010, p. 77)

O autor menciona a questão do domínio do componente técnico quanto ao controle dos processos de gestão. Visto que, diferentes variáveis interagem entre si, os parâmetros utilizados para a gestão desse controle complexo ainda remetem com grande predomínio aos princípios técnicos desvalorizando os aspectos socioambientais, econômicos, geomorfológicos, biológicos, entre outros, que se apresentam como fortes contribuintes para a ocorrência dos fenômenos que se relacionam além das fronteiras estabelecidas e são essenciais para a compressão e resolução dos problemas referentes à gestão dos recursos hídricos.

2.4.2.

Agências de Água

De acordo com a Lei nº 9.433/1997, as Agências de Água exercem a função de secretaria executiva de um ou mais Comitês de Bacia Hidrográfica. No entanto, para sua criação o Conselho Nacional de Recursos Hídricos deve conceder a

autorização através dos seguintes condicionamentos: a existência prévia do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica e a viabilidade financeira assegurada pela cobrança do uso de recursos hídricos.

Entre as diversas competências que as Agências possuem, vale destacar: a atualização do cadastro de usuários dos recursos hídricos; a promoção dos estudos necessários para a gestão dos recursos hídricos em suas áreas de atuação; elaboração do Plano de Recursos Hídricos para a aprovação do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica; acompanhar a administração financeira dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos

3.

A BACIA DO RIO GUANDU ENQUANTO UNIDADE DE PLANEJAMENTO

O capítulo 3 trata-se de um diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu no qual são apresentadas as características físicas: população, clima, relevo, uso e ocupação do solo, a configuração do saneamento básico englobando o abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e tratamento de resíduos, assim como a gestão hídrica pertencente à bacia. Os municípios constituintes da bacia foram escolhidos para serem utilizados como as unidades analíticas para estudo.

O objetivo deste capítulo concerne em apresentar a conjuntura não só espacial, mas a heterogeneidade dos diferentes agentes que se articulam e possuem uma relação de dependência entre si através do compartilhamento de uma mesma bacia hidrográfica.

3.1.

Caracterização geral da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Guandu cuja área é de 1.385 Km² está situada na Região Hidrográfica Guandu (RH II) que compreende também as Bacias dos Rios Guarda (346 Km²) e Guandu-Mirim (190 Km²).

A Figura 4 apresenta o mapa da Bacia Hidrográfica Guandu destacando os limites municipais, os principais rios, sedes municipais e a hidrografia.

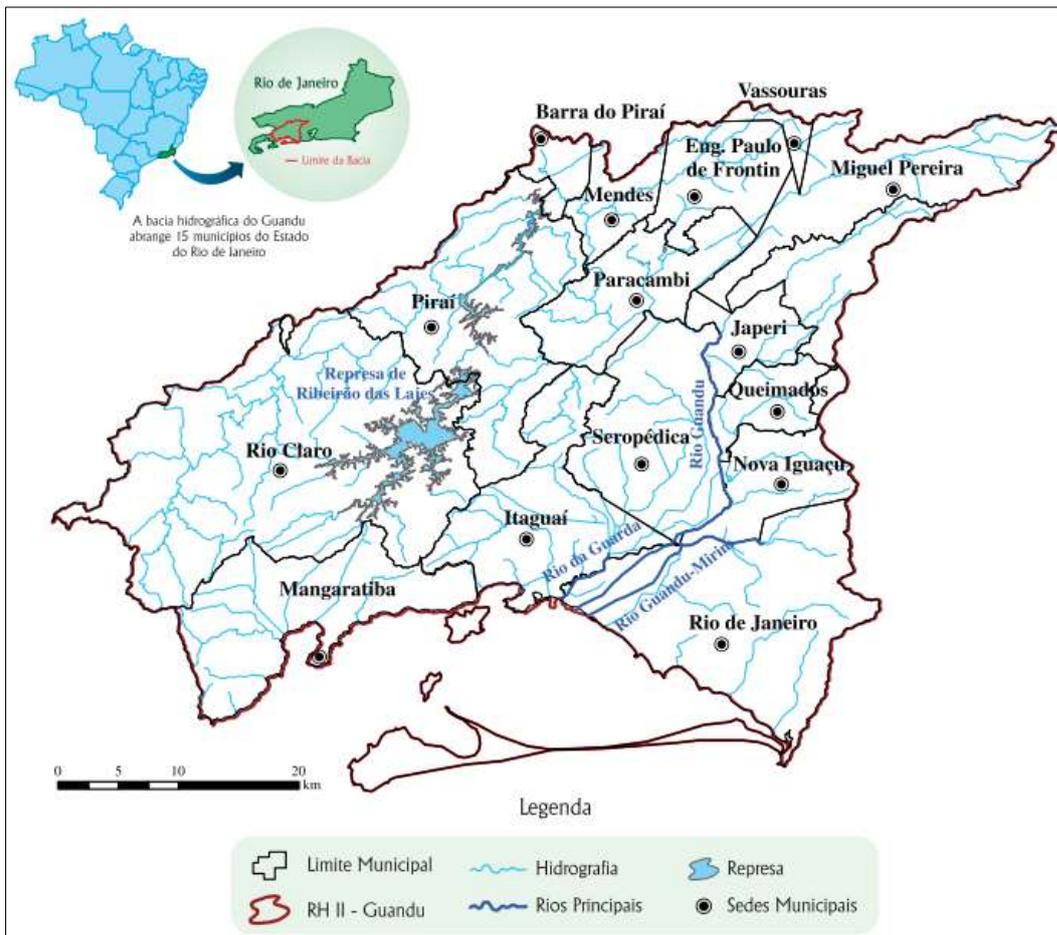


Figura 4 – Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim.
 Fonte: SIGA-GUANDU (s.d.)

A bacia do rio Guandu concebe um conjunto de municípios que se dispõem integralmente ou parcialmente dentro dos seus limites físicos. De acordo com a Resolução CERHI-RJ nº 107 (2013), os municípios considerados inseridos em sua totalidade na bacia do Guandu são: Engenheiro Paulo de Frontin, Itaguaí, Japeri, Paracambi, Queimados e Seropédica. Enquanto os que se encontram parcialmente inseridos, mas que ainda assim atuantes nas considerações, são: Barra do Pirai, Mangaratiba, Mendes, Miguel, Pereira, Nova Iguaçu, Rio Claro, Rio de Janeiro e Vassouras.

As nascentes do rio Prata e do rio do Braço, ambos contribuintes da bacia do rio Pirai, estão localizadas no Estado de São Paulo. Por interferirem nas variáveis hidrológicas, o trecho pertencente ao Estado de São Paulo é levado em consideração nos estudos hidrológicos do PERH-Guandu (2017). Porém, nas demais discussões, como a caracterização socioeconômica, saneamento, áreas de preservação, dentre

outros, foi utilizado o limite da RH II, de acordo com a divisão estadual definida pela Resolução CERHI-RJ nº 107 de 2013 (AGEVAP/PROFILL, 2017).

a) População

Para a determinação da população residente dentro da RH II, foi necessário fazer estimativas com base nos setores censitários dos municípios que pertencem a RH II.

A Tabela 1 informa as proporções das áreas correspondentes de cada município na RH II assim como as respectivas populações. Além disso, aponta a presença ou não da sede municipal na RH II.

Tabela 1 – Informações referentes aos municípios pertencentes à RH II.

Município	População Estimada 2010 (hab.)			% residente RH II			Taxa de urbanização	% Total
	Rural	Urbano	Total	Rural	Urbano	Total		
Barra do Piraí	123	30.410	30.533	4,4	33,1	32,3	99,60%	1,60%
Engenheiro Paulo de Frontin	3.704	9.475	13.179	100	100	100	71,90%	0,70%
Itaguaí	4.868	104.066	108.934	100	100	100	95,50%	5,80%
Japeri	0	93.253	93.253	-	100	100	100%	5,00%
Mangaratiba	4.300	28.385	32.685	99	89	90	88,10%	1,90%
Mendes	234	16.042	16.276	100	90,7	90,8	98,60%	0,90%
Miguel Pereira	2.711	4.115	6.826	87,7	19,2	27,8	60,30%	0,40%
Nova Iguaçu	3.001	200.599	203.600	34,6	25,5	25,6	98,50%	10,80%
Paracambi	5.089	40.992	46.011	100	100	100	88,90%	2,50%
Piraí	3.423	14.672	18.095	65,6	70,6	69,6	81,10%	1,00%
Queimados	0	137.760	137.760	-	100	100	100,00%	7,30%
Rio Claro	3.126	13.345	16.471	86,2	97,1	94,8	81,00%	0,90%
Rio de Janeiro	0	1.071.061	1.071.061	-	17	17	100%	57,10%
Seropédica	13.890	63.606	77.496	100	100	100	82,10%	4,10%
Vassouras	498	0	498	4,5	0	1,5	0,00%	0,03%
Total	41.263	1.818.306	1.859.499	61,8	23,2	23,5	97,80%	100%

Fonte: IBGE (2010)

Através dos dados apresentados na Tabela 1, podemos concluir que 61,8% da população rural dos 15 municípios estão contidas na RH II. Em paralelo, a população urbana apresenta-se em 23,2% da população urbana. No entanto, apesar da porcentagem da população urbana ser consideravelmente menor que a da população rural, a taxa de urbanização na RH II é maior que 72% em todos os municípios, exceto em Vassouras cuja população total se enquadra como rural.

A Figura 5 corrobora com o exposto na Tabela 1 apresentando a classificação dos municípios contribuintes do Comitê Guandu de acordo com a tipologia urbana ou rural. Podemos observar que a concentração da população urbana decresce à medida que se distancia da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

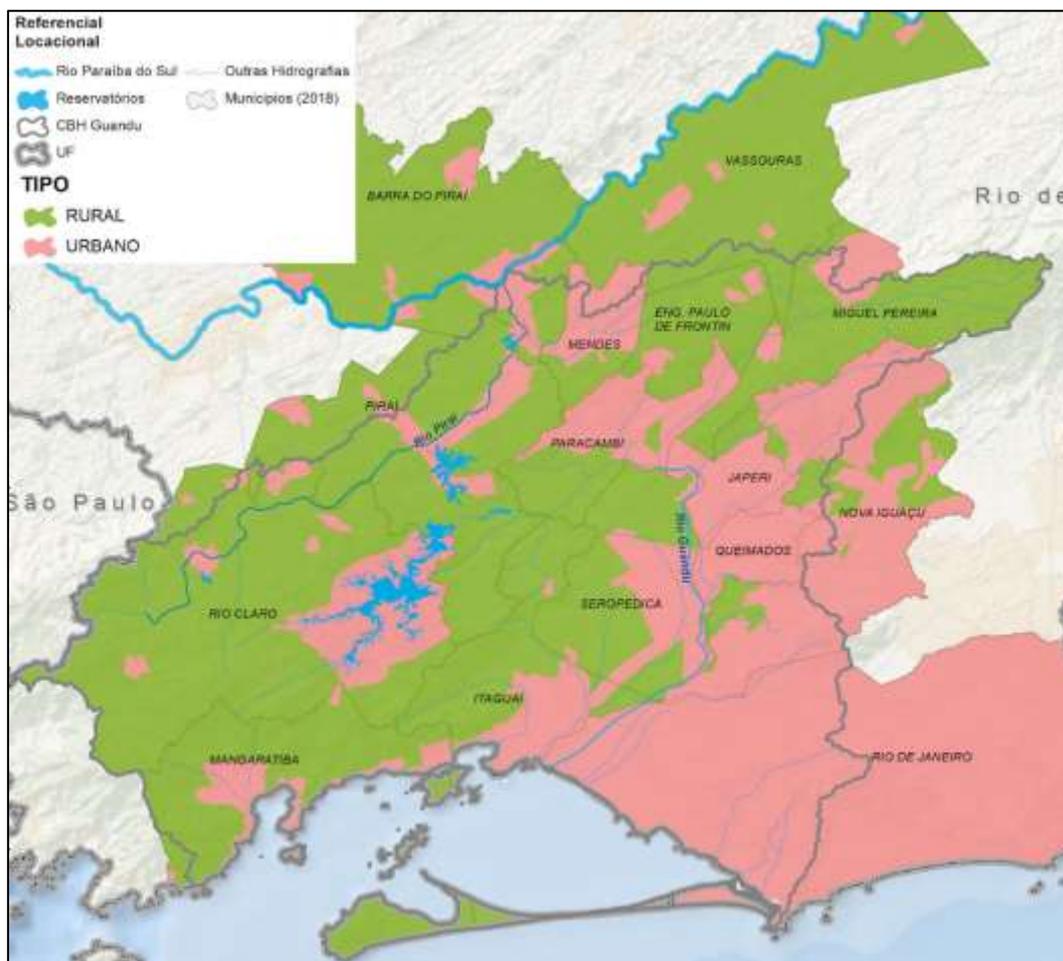


Figura 5 – Classificação dos municípios pertencentes ao Comitê de Bacias do Guandu.
Fonte: (CBH GUANDU/IBGE, 2019)

Abaixo a figura 6 descreve a contribuição da população dos 15 municípios na Região Hidrográfica Guandu. Como apresentado na tabela anterior, alguns municípios possuem uma representatividade menor que 1% e para melhor interpretação, os municípios: Engenheiro Paulo de Frontin, Mangaratiba, Paracambi, Rio Claro, Mendes, Piraí, Barra do Piraí, Miguel Pereira e Vassouras foram agrupados em “outros”.

A contribuição de cada município para a Bacia Hidrográfica Guandu seja ela positiva ou negativa é influenciada por diferentes variáveis como a densidade populacional, os tipos de uso e classificação do solo, as atividades econômicas

características da região, as características fisiográficas, a manutenção do sistema de saneamento básico entre outras. Dessa maneira, é importante investigar a correlação entre a porcentagem populacional dos municípios contribuintes na RH II com o peso do município nas tomadas de decisão, ou seja, será que o município com maior taxa de urbanização possui maior responsabilidade nas definições sobre a gestão hídrica da bacia?

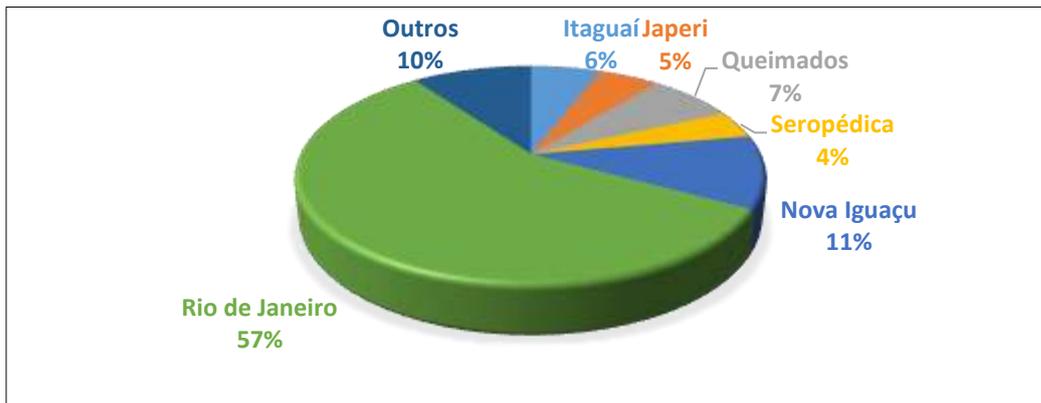


Figura 6 – Contribuição populacional dos municípios na Bacia Hidrográfica Guandu
Fonte: Elaboração própria

b) Clima

De maneira geral, o clima é considerado quente e úmido, apresentando variações locais devido à diferença de altitudes. Nas planícies e nas vertentes da Serra do Mar, as temperaturas e pluviosidades são mais altas. No entanto, nos divisores da bacia, as temperaturas caem e os períodos secos se tornam maiores. A temperatura média anual varia entre 20°C e 27°C, e os elevados índices pluviométricos oscilam entre 1.000 mm e 2.300 mm anuais (ANA/MMA, 2009).

c) Vegetação

A vegetação natural desta região caracteriza-se pela presença de florestas e outros ecossistemas que compreendem o Bioma Mata Atlântica, como: manguezal, restinga e campos de altitude. Contudo, devido aos processos de ocupação e uso dos recursos naturais, essa concepção original da vegetação apresenta diversas alterações (ANA/MMA, 2009).

3.2.

A organização política-institucional de gestão

A Região Hidrográfica Guandu II é uma entidade de gestão do Estado do Rio de Janeiro, no entanto grande parte de suas águas tem origem em rios de domínio federal. Por exemplo, como já apresentado, a bacia do Rio Pirai possui parte de seus limites físicos em território do Estado de São Paulo isso significa que algumas nascentes que constitui a RH II pertencem ao território paulista, logo estas caracterizam-se como nascentes de rios de domínio federal. Além disso, através do sistema Complexo de Lajes, os rios: Paraíba do Sul e Pirai são transportados para a Bacia Hidrográfica do Rio Guandu e ambos os rios são de domínio federal. Além de rios de domínio federal, a RH II possui bacias hidrográficas como do Rio Pirai, do Rio Guandu, do Rio Guarda e do Rio Guandu-Mirim que nascem próximos ao oceano, mas sua foz apresenta-se a alguns quilômetros depois, na Baía de Sepetiba (AGEVAP/PROFILL, 2017).

Por essas razões é que a gestão da Bacia Hidrográfica Guandu conta com a participação e a interação de entidades em níveis diferentes de gestão: federal, estadual e municipal. O Quadro 2 indica os principais entes componentes do sistema de gestão da RH II.

Quadro 2 – Entes do Sistema de Gestão

Nível	Órgão gestores	Conselhos de Recursos Hídricos	Comitê de Bacia Hidrográfica	Agência de Águas
Federal	ANA	CNRH	-	
Estadual	INEA	CERHI-RJ	-	
Bacia Hidrográfica	-	-	Comitê do Guandu	AGEVAP

Fonte: Elaboração própria

Essencialmente em relação à gestão de recursos hídricos, os municípios não têm atribuição para legislar, no entanto algumas decisões e regulações sobre zoneamento urbano podem proporcionar indiretamente consequências sobre as águas superficiais e subterrâneas. Por exemplo, áreas onde não há ou existem sistema de esgotamento sanitário precário pode ser indicativo de maior contaminação de cursos d'água com esgotos domésticos assim como, em regiões com ausência ou deficiência no abastecimento de água, pode-se detectar maior

exploração de água subterrânea visto ser uma solução para a deficiência do sistema (AGEVAP/PROFILL, 2017).

O mesmo se aplica ao Plano Diretor que não interfere diretamente na gestão dos recursos hídricos, mas por poder determinar os limites urbanos proporciona indiretamente o aumento ou a redução de escoamento e geração de sedimentos (AGEVAP/PROFILL, 2017).

Os municípios podem legislar através de: Lei orgânica municipal, Leis ordinárias municipais, Planos Diretores, Planos Setoriais, Planos Municipais de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica, Normas, Código Ambiental (AGEVAP/PROFILL, 2017).

Ainda podemos citar outros atores que não atuam diretamente no sistema de gestão hídrica da RH II, mas influenciam nos processos decisórios, como: CEIVAP, Light, CEDAE, usuários setor industrial, mineração e elétrico (AGEVAP/PROFILL, 2017).

O CEIVAP possui papel estratégico e deve ser considerado um ator importante na estrutura do sistema de gestão hídrica da RH II, pois por ser o comitê da bacia do Paraíba do Sul, local de onde provém parte das águas do Rio Guandu, suas decisões sejam elas quantitativas ou qualitativas sob as águas interferem diretamente na RH II. Como a RH II é dependente da vazão do Paraíba do Sul, as definições quanto a esta bacia devem ser tomadas de forma conjunta com os órgãos gestores assim como com os comitês de bacia envolvidos, ou seja, tanto o Guandu como o CEIVAP para assim se chegar a um comum acordo (AGEVAP/PROFILL, 2017).

A Light Energia S.A. é a concessionária de energia responsável pela operação do Complexo de Lajes parque gerador de energia hidrelétrica localizado na Região Hidrográfica II e na bacia do Rio Paraíba do Sul. Além da geração de energia, por meio desta operação a Light transpõe as águas do Rio Paraíba do Sul e Pirai para abastecimento da cidade do Rio de Janeiro e outros municípios pertencentes à região metropolitana. Dessa maneira, concluímos que as ações tomadas pela empresa são relevantes e devem ser consideradas para a manutenção e planejamento do sistema de gestão hídrica da RH II (AGEVAP/PROFILL, 2017).

A Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE) também representa um ente importante na gestão hídrica da Bacia do Guandu tendo

em vista que é responsável por operar a ETA Guandu cuja demanda de água é a maior da bacia (AGEVAP/PROFILL, 2017).

a) No setor industrial, podem ser citados:

- Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) atua como órgão representante do setor da indústria dentro do âmbito do Comitê Guandu;
- Associação das Empresas do Distrito Industrial de Queimados – ADINQ representa as empresas localizadas no Distrito Industrial de Queimados e possui cadeira titular no Comitê Guandu;
- Fábrica Carioca de Catalisadores S.A. – é uma multinacional fabricante de catalisadores. Um fato importante é que as empresas da Associação das Empresas do Distrito de Santa Cruz e Adjacências - AEDIN, entre elas; CSA, Gerdau e Furnas possuem suas captações de águas bruta no mesmo ponto da FCC S/A. Este local é o ponto mais a montante da foz do Canal de São Francisco, o que evita o efeito da intrusão salina para estas empresas. Quando há escassez hídrica, o ponto de captação da FCC S/A sofre intrusão salina quando a transposição na barragem de Santa Cecília é reduzida para valores abaixo de 105 m³/s (AGEVAP/PROFILL, 2017).

b) No setor de mineração, tem-se:

Sindicato dos Mineradores de Areia do Estado do Rio de Janeiro (SIMARJ): é o sindicato que representa os usuários de recursos hídricos do setor de extração de areia do Estado do Rio de Janeiro. Possui carteira titular no Comitê Guandu.

c) Setor elétrico:

Furnas Centrais Elétricas S.A – Furnas: empresa subsidiária da Eletrobrás vinculada ao Ministério de Minas e Energia, responsável pela geração e transmissão de energia de alta tensão. Participam do Comitê Guandu.

3.3.

Integração das Bacias Guandu-Paraíba do Sul

O rio Guandu é considerado o principal rio da Bacia do Guandu, pois é responsável pelo abastecimento de 9 milhões de habitantes da Região

Metropolitana do Rio de Janeiro, pelo funcionamento das atividades de termoelétricas, hidroelétricas e de diversas indústrias que representam funções estratégicas para economia e funcionalidade do estado (AGEVAP/PROFILL, 2017).

Apesar de atualmente o rio Guandu ser reconhecido pela sua importância no abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, a princípio o mesmo não possuía vazão suficiente para este porte de abastecimento. O Decreto nº 18.588 (BRASIL, 1945) estabeleceu a autorização da transposição, no entanto apenas em 1952 ocorreu uma transposição das águas do Rio Paraíba do Sul e Rio Pirai para a bacia do rio Guandu justificada por ser uma solução segura para geração de energia o que consequentemente alterou a condição original do rio, essencialmente a sua vazão (CEDAE, 2019).

A partir destas adequações hídricas, as águas captadas e provenientes do rio Paraíba do Sul passaram a ser transportadas e armazenadas no Reservatório de Santana onde se aglomeram com as águas do rio Pirai para, posteriormente, serem direcionadas para o Reservatório de Vigário. As águas armazenadas no Reservatório de Vigário juntamente com as originadas do Sistema de Tócos/Lajes fluíam para os reservatórios de Ponte Coberta e da PCH Paracambi de onde destinam-se para o rio Guandu. Através do mecanismo da transposição, o rio Guandu atinge uma vazão média de 181 m³/s quando originalmente alcançava uma vazão de aproximadamente 25 m³/s (ANA, 2006). A seguir, pode-se observar na Figura 7, a composição estrutural atual do sistema de transposição do Rio Paraíba do Sul-Guandu.

Comitê Guandu, o Comitê de Integração da Bacia do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP), a Agência Nacional de Águas (ANA) e a Superintendência Estadual de Rios e Lagos (SERLA).

Dessa maneira podemos afirmar que a transposição envolveu ao longo da sua concepção e implantação diversos questionamentos técnicos. No entanto um dos desafios que perpetua até os dias de hoje condiz com a sua própria gestão. A transposição se trata de uma solução que ultrapassa limites político-administrativos englobando a participação de órgãos e gestores responsáveis por diferentes municípios e defensores de distintos interesses. Contudo, apesar de possuírem seus próprios objetivos, estes agentes públicos compartilham de uma mesma unidade de bacia hidrográfica, cuja configuração reflete para todos os envolvidos. Assim, convém afirmar que apesar de ser uma solução indiscutivelmente importante para a manutenção do abastecimento de água e geração de energia para os estados envolvidos, o condicionamento da bacia é diretamente relacionado a eficiência da gestão que por envolver a participação e colaboração de vários agentes, reúne em si diversos conflitos de interesse.

3.4.

Uso e ocupação do solo

A análise do uso e ocupação do solo é centrada nos municípios que compõem a Região Hidrográfica Guandu. Para isso, foi necessário utilizar o software GIS para realizar o cruzamento de duas bases cartográficas: "Uso e Cobertura da Terra Profill 2017 – PERH 2018" e "Limites Municipais" a fim de identificar e qualificar os diferentes usos e coberturas de cada município.

O mapeamento da cobertura e uso utilizado baseia-se na metodologia do "Sistema de Classificação da Cobertura e uso da Terra" definido no Manual Técnico do uso da Terra (IBGE, 2013). A identificação das classes da cobertura do solo que compreende a RH II foi definida através da projeção de imagens captadas por satélites que, resumidamente, foram encaminhadas para um programa que processa os dados e combina com as características determinadas para cada classe. Por fim, após associações de imagens com as especificações chegou-se a uma definição de classe correspondente (AGEVAP/PROFILL, 2017).

Quadro 3 – Descrição das classes do Uso do Solo

Classes do Uso do Solo	Descrição
Água	Incluem todas as classes de águas interiores e costeiras, como cursos de água e canais (rios, riachos, canais e outros corpos de água).
Área Descoberta	Esta classe refere-se as áreas com vegetação esparsa ou sem vegetação, áreas de extração abandonadas e sem cobertura vegetal, solo exposto ou coberto por rocha nua exposta.
Área Urbana	Compreendem áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não agrícolas. Estão incluídas nesta categoria as cidades, vilas, áreas de rodovias, áreas ocupadas por indústrias, complexos industriais e comerciais e instituições que podem em alguns casos encontrar-se isolados das áreas urbanas.
Dunas	Estão incluídas nesta categoria extensões de areia ou seixos no litoral ou no continente.
Floresta	Apresenta áreas de vegetação natural (porte arbóreo).
Lavoura Permanente	Compreende o cultivo de plantas perenes, isto é, de ciclo vegetativo de longa duração.
Lavoura Temporária	Apresenta o cultivo de plantas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a produção deixam o terreno disponível para novo plantio.
Mangue	Esta classe apresenta áreas de mangue
Mineração	Esta classe refere-se a áreas de exploração ou extração de substâncias minerais.
Pastagem	Esta classe apresenta a área destinada ao pastoreio do gado, formada mediante plantio de forragens perenes ou aproveitamento e melhoria de pastagens naturais. Nestas áreas, o solo está coberto por vegetação de gramíneas e/ou leguminosas, cuja altura pode variar de alguns decímetros a alguns metros.
Silvicultura	Atividade ligada a ações de composição, trato e cultivo de povoamentos florestais, assegurando proteção, estruturando e conservando a floresta como fornecedora de matéria-prima para a indústria madeireira, de papel e celulose ou para o consumo familiar. Esta classe apresenta as atividades silviculturais estão incluídos os reflorestamentos e os cultivos em sistema agroflorestal.

Fonte: (IBGE, 2013)

O Quadro 3 apresenta a área e o percentual correspondente das 11 classes identificadas na RH II. Os dados de cada município são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Área e percentual das classes de uso do solo na RH II.

Classes do Uso do Solo	Total (Km²)	Total (%)
Água	59,340	1,60
Área Descoberta	39,471	1,07
Área Urbana	456,781	12,33

Classes do Uso do Solo	Total (Km²)	Total (%)
Dunas	4,424	0,12
Floresta	1601,236	43,23
Lavoura Permanente	25,516	0,69
Lavoura Temporária	74,112	2,00
Mangue	46,007	1,24
Mineração	5,991	0,16
Pastagem	1342,575	36,25
Silvicultura	48,163	1,30
Total	3703,615	100,00

Fonte: (AGEVAP/PROFILL, 2017)

A Tabela 3 aponta que das 11 classes de uso e ocupação do solo, em que cerca de 92% dizem respeito a três classes: floresta, pastagem e área urbana. Podemos dizer então que o agrupamento dessas três classes representa quase uma polarização frente aos usos diferenciados. Apesar do cenário exposto, torna-se necessário que se conceba como se estabelece o comportamento destas classes em cada município. Isto porque a situação apresentada para toda a Bacia pode mascarar realidades e disparidades acerca da qualificação dos usos e coberturas associadas à cada porção das bacias. Neste sentido, a Figura 8 expõe a distribuição das classes de uso do solo para cada município permitindo a caracterização de cada um e a associação de eventos para tais configurações.

Tabela 3 – Área (km²) ocupada por diferentes classes de uso do solo nos municípios da RH II.

Uso do Solo (em km ²)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TOTAL
Água	0,56	0,02	2,59	0,79	1,94	0,01	0,00	1,42	2,33	8,72	0,80	27,17	3,44	9,55	0,00	59,34
Área Descoberta	0,04	0,09	3,07	0,27	16,57	0,11	0,34	0,39	0,86	0,74	1,12	1,17	9,60	4,98	0,10	39,47
Área Urbana	5,31	3,86	40,40	26,12	16,23	3,43	2,49	46,41	8,71	3,99	32,87	3,41	222,80	40,76	0,00	456,78
Dunas	0,02	0,00	1,44	0,00	0,61	0,00	0,00	0,09	0,05	0,03	0,03	0,04	0,73	1,39	0,00	4,42
Floresta	11,03	95,03	101,55	10,17	276,70	39,99	141,54	135,34	86,24	165,79	3,53	409,96	85,96	24,85	13,55	1601,24
Lavoura Permanente	0,00	0,00	2,40	0,00	10,61	0,00	0,00	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	5,68	5,94	0,00	25,52
Lavoura Temporária	0,00	0,00	32,70	1,13	0,00	0,00	0,00	4,45	0,00	0,00	0,00	0,00	1,53	34,30	0,00	74,11
Mangue	0,01	0,00	4,59	0,01	1,61	0,00	0,00	0,13	0,00	0,06	0,03	0,00	39,51	0,05	0,00	46,01
Mineração	0,00	0,00	1,71	0,19	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	3,53	0,00	5,99
Pastagem	29,47	37,36	90,52	42,97	28,98	29,55	105,20	72,90	91,64	189,73	36,72	340,55	98,75	138,01	10,24	1342,57
Silvicultura	0,00	2,05	0,00	0,00	0,00	0,12	1,68	0,00	1,04	16,71	0,08	24,73	0,00	1,76	0,00	48,16
Total	46,43	138,40	280,99	81,65	353,31	73,22	251,25	262,02	190,88	385,77	75,67	807,02	468,00	265,11	23,88	3703,61

Fonte: Adaptado de (AGEVAP/PROFILL, 2017)

Sendo: 1- Barra do Pirai; 2- Engenheiro Paulo de Frontin; 3- Itaguaí; 4- Japeri; 5- Mangaratiba; 6- Mendes; 7- Miguel Pereira; 8- Nova Iguaçu; 9- Paracambi; 10- Pirai; 11- Queimados; 12- Rio Claro; 13- Rio de Janeiro; 14- Seropédica e 15-Vassouras.

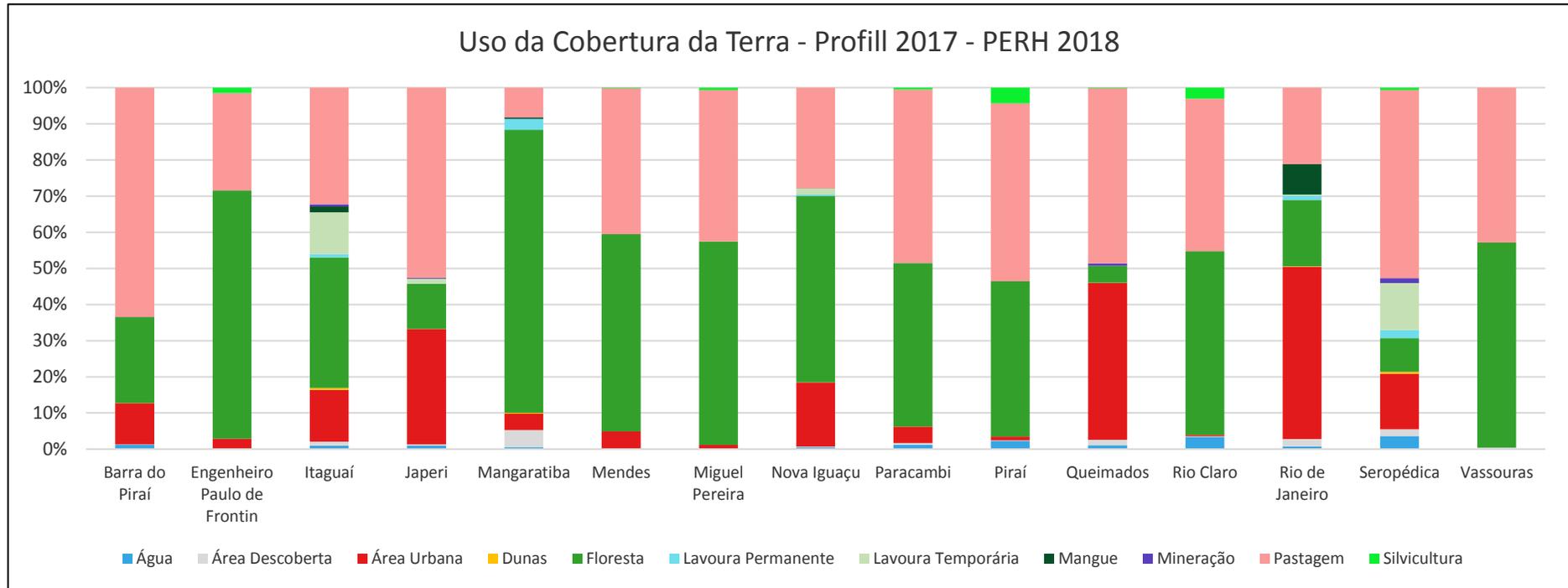


Figura 8 – Distribuição das classes de uso do solo por Municípios da RH II.

Fonte: Elaboração própria

Através da Tabela 3 e da Figura 8, identificamos que os municípios com maior ocupação de fragmentos florestais são: Rio Claro (490,96 Km²), Mangaratiba (276,7 Km²) e Pirai (165,78 Km²). Nestes municípios, os fragmentos florestais apresentam-se com maior predominância nas regiões geomorfológicas Escarpas Serranas, Domínio Montanhoso e Domínio de Morros e Serras distribuídas em terrenos íngremes e de difícil acesso. Podemos associar essa configuração física como justificativa para a manutenção desses fragmentos florestais. Além disso, os grandes maciços de vegetação florestal estão protegidos legalmente pelas Unidades de Conservação (AGEVAP/PROFILL, 2017).

As condições de clima, relevo e vegetação influenciam a disponibilidade da água, pois a interação entre essas, resultam a quantidade, a velocidade e a distribuição dos fluxos de água que chegam aos córregos, rios, lagos, reservatórios e lençóis subterrâneos. Dessa forma, em cenários onde o relevo apresenta-se mais acidentado, a distribuição de florestas contribui na capacidade de infiltração de água no solo, transporte de sedimentos e assoreamento dos rios, risco e extensão de inundações entre outros (ANA/MMA, 2009).

Dito isto, podemos associar a ocupação de fragmentos florestais com a concentração de corpos d'água e perceber através da Figura 8 e da Tabela 3 que os municípios Rio Claro e Pirai, de fato possuem uma porcentagem de águas superior à média dos municípios da Bacia. No entanto, apesar de inúmeras variáveis contribuírem com a disponibilidade da água uma situação pode ser explorada quando observamos os índices do município Miguel Pereira. Este possui uma área florestal de 141,541 Km² o que representa 56,33% da sua extensão na RH II, porém não foi identificado nenhum corpo d'água de forma que a classificação de águas se encontra nula. Perante a estes números, algumas considerações podem ser feitas: 1) os corpos d'água podiam ser tão pequenos que não puderam ser detectados na captação de imagens pelo satélite; 2) há aproveitamento dos corpos d'água para a irrigação das pastagens que representam 41,87% 3) as águas são subterrâneas 4) a dependência de outras fontes de abastecimento de água que não fazem parte do seu território.

Ainda em relação a Figura 8, podemos inferir que as áreas urbanas na maior parte dos municípios representam menos que 20% do território com exceção dos municípios de Japeri, Queimados e Rio de Janeiro. Quando comparamos com a Tabela 1 previamente apresentada, observamos que mesmo que a porcentagem da

área urbana para o município seja pequena, a taxa de urbanização é alta, logo a população existente está majoritariamente concentrada nas regiões urbanas.

O município de Vassouras destaca-se por ser classificado por duas classes: florestas e pastagens. Assim, imagina-se que a contribuição de Vassouras para a bacia quando comparada aos demais municípios pode ser repensada em termos de questões de proteção e manutenção da cobertura vegetal, assim como a preocupação com o desenvolvimento de processos erosivos em virtude da presença marcante da atividade de pastagem neste município.

Tendo visto a representatividade da cobertura vegetal para manutenção do ecossistema da bacia, entende-se que seja interessante a discussão sobre outros indicadores que possam contribuir para melhor entendimento da distribuição da malha vegetal pela bacia, sendo eles: Índice de Conectividade Estrutural (ICE), as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e as Unidades de Conservação (UCs).

3.4.1.

Índice de Conectividade Estrutural (ICE)

A restauração e manutenção dos ecossistemas proporcionam diferentes benefícios como a melhora no fluxo hídrico, a permeabilidade do solo, o restabelecimento da área rural e a mitigação de inundações (WRI BRASIL, 2017).

As infraestruturas naturais são relacionadas ao “uso estratégico de redes de terras naturais, paisagens de trabalho e outros espaços abertos para conservar valores e funções do ecossistema e fornecer benefícios para a população humana” (ALLEN, 2013). Estas proporcionam inúmeros benefícios, em especial apresentam potencial em aprimorar o sistema de tratamento de água, uma vez que garante um melhor escoamento de sedimentos para o curso da bacia permitindo maior segurança aos processos e equipamentos envolvidos no tratamento (WRI BRASIL, 2017).

Além disso, de acordo com o WRI Brasil, a restauração florestal com espécies nativas em áreas estratégicas da Bacia do Rio Guandu poderia reduzir a poluição de detritos lançados no curso d’água, além de minimizarem a utilização de produtos químicos, custos em operações técnicas como a dragagem, a depreciação dos equipamentos e a energia utilizada nos processos:

“A restauração florestal de três mil hectares de pastagem com alto grau de erosão (> 1 tonelada/ha/ano) – sugeridos por tomadores de decisão locais – teria o potencial de reduzir em 33% o escoamento de sedimentos para os cursos d’água da bacia. Isso acarretaria uma economia de quatro milhões de toneladas de produtos químicos e de 260 mil MWh em energia para tratamento de turbidez. Os benefícios econômicos gerados por essa economia atingiriam R\$ 259 milhões, com o benefício líquido de R\$ 156 milhões no curso de 30 anos, em valores correntes (31 de dezembro de 2017). Utilizando-se uma taxa de desconto de 8,5% a.a., o fluxo de caixa da implementação da infraestrutura natural apresenta Valor Presente Líquido de R\$ 6,4 milhões”. (WRI Brasil, 2017).

Neste sentido, para além da existência de fragmentos florestais em dado recorte, deve-se discutir a importância do chamado “Índice de Conectividade Estrutural (ICE)”. De acordo com Rio de Janeiro (2011), o ICE caracteriza a conectividade estrutural existente entre fragmentos florestais através da descrição da forma, tamanho e distância entre os mesmos. Por meio deste índice, busca-se entender a permeabilidade do movimento da fauna e a dispersão da flora e assim, qualificar dada porção territorial. Quando uma área é categorizada com uma alta conectividade entende-se que são áreas de interesse para conservação, diante disto quando depara-se com áreas de baixas conectividades infere-se a busca de projetos de restauração de maneira a permitir a reconstituição da conectividade entre os fragmentos florestais, o fluxo gênico e a sucessão ecológica.

A classificação do ICE se distribui da seguinte maneira na RH II:

- Muito alta conectividade = 59% da RH II;
- Alta Conectividade = 14% da RH II;
- Média Conectividade = 18% da RH II;
- Baixa Conectividade = 8% da RH II;
- Muito Baixa Conectividade = 2% da RH II.

De maneira geral, a RH II possui uma representatividade de áreas com alta a muito alta conectividade de aproximadamente 63% do seu território isso se justifica em especial pela presença de áreas disponíveis para restauração florestal contíguas aos fragmentos florestais em paisagens de alta a muito alta conectividade estrutural (INEA, 2018).

De acordo com a Figura 9, pode-se inferir que as áreas de cor marrom possuem o fluxo gênico de maneira mais intensa, logo são áreas com maior capacidade de regeneração e que precisam de maior interesse de preservação.

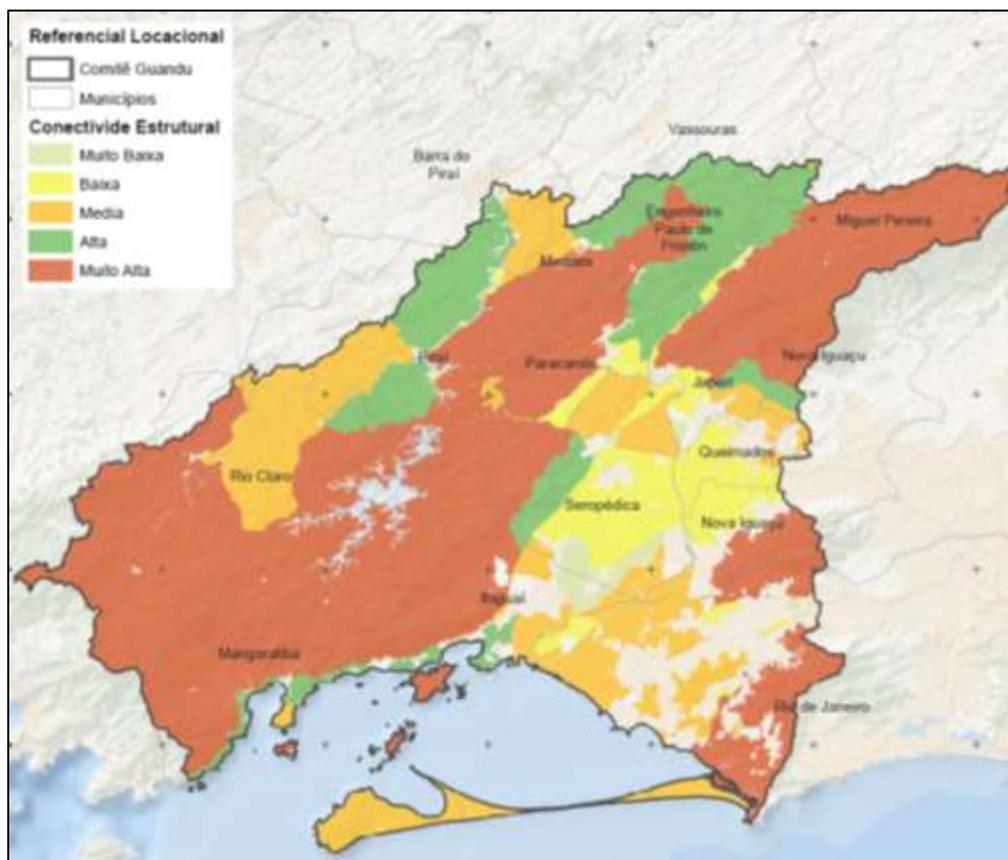


Figura 9 – Índice de Conectividade Estrutural (ICE) calculado para os remanescentes florestais na RH II.

Fonte: (AGEVAP/INEA, 2016)

3.4.2.

Áreas de Proteção Permanente (APPs)

Para a gestão dos recursos hídricos, as áreas de proteção desempenham papel de grande importância, pois são fundamentais no equilíbrio ecossistêmico do local.

Segundo a Lei de nº12.651, as APPs são

“área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.” (BRASIL, 2012)

Do ponto de vista dos recursos hídricos, as APPs possuem objetivo de proteger o leito dos cursos d’água, assim como o solo do impacto direto da chuva, as encostas e barrancos dos cursos d’água e possibilitar uma filtragem no escoamento dos sedimentos para o leito desses cursos d’água. Dessa maneira, entende-se que as APPs são áreas que exigem maiores limites de exploração.

De acordo a ANA (2016), a vegetação das APPs da RHII se encontra mais conservada onde o avanço ocupacional é mais restrito, onde as cotas são mais elevadas e na parte das meias encostas que se encontram cobertas de capoeiras. Esta afirmação corrobora com a concepção as áreas de maior ocupação de fragmentos florestais apresentam menores porcentagem de área urbana.

3.4.3.

Unidades de Conservação (UCs)

As Unidades de Conservação (UCs) regidas pelo Sistema Nacional de Unidade Conservação (SNUC) podem ser unidades de conservação federal, estadual ou municipal e se classificam em 12 categorias de acordo com a forma de proteção e usos permitidos.

De acordo com a Lei nº 9.985 (BRASIL, 2000) as Unidades de Conservação são definidas como:

“(...) espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.”

Os objetivos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação são voltados a preservação e a restauração da diversidade dos ecossistemas naturais, proteção da diversidade biológica, dos recursos hídricos e das características relevantes da natureza, assim como promove o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais.

As UC são categorizadas em dois grupos com características específicas:

- 1) Unidades de Proteção Integral cujo objetivo é preservar a natureza, permitindo apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, exceto os casos previstos na Lei.
- 2) Unidades de Uso Sustentável que tem como objetivo compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável da parcela dos seus recursos naturais.

A Região Hidrográfica II apresenta 54 Unidades de Conservação (UC), dentre elas 41 são de Uso Sustentável que se dividem nas categorias: Área de Proteção Ambiental, Reserva Particular Patrimônio Natural e Floresta Nacional e 13 são

referentes à Proteção Integral cujas categorias são: Reserva Biológica, Refúgio da Vida Silvestre e Parque. Em relação a gestão administrativa, 11 UCs são do âmbito federal, 20 estadual e 23 municipal. A Figura 10 ilustra a distribuição dos tipos de UC ao longo da Bacia do Guandu.

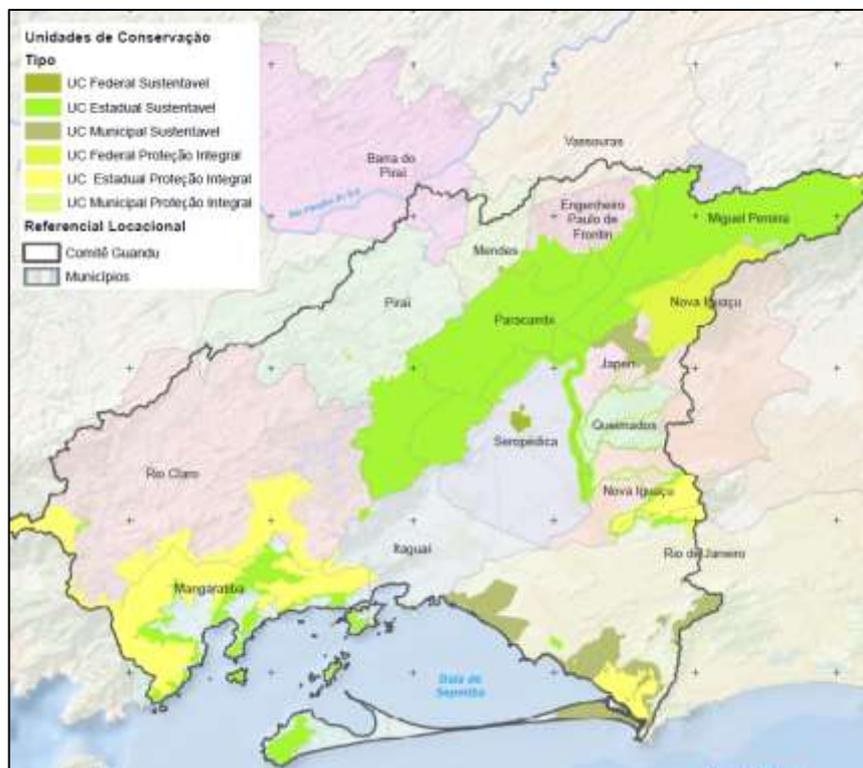


Figura 10 – Unidades de Conservação: uso sustentável e proteção integral.

Fonte: (AGEVAP/MMA, 2016)

Entretanto, apenas 9,26% das UCs existentes na RH II possui Plano de Manejo enquanto 48,15% das UCs não possuem. Além disso, 42,60% não apresentam informações sólidas para comprovar sua efetividade².

O Plano de Manejo é um documento elaborado a partir de diversos estudos (do meio físico, biológico e social), que estabelece as normas, as restrições para o uso, as ações a serem desenvolvidas no manejo dos recursos naturais da UC e seu entorno, visando minimizar os impactos negativos sobre a UC, garantir a manutenção dos processos ecológicos e prevenir a simplificação dos sistemas naturais (CEAPM, 2015).

Dessa forma, podemos inferir que as UCs que não apresentam o Plano de Manejo, tornam-se unidades meramente fictícias já que sem o controle de dados,

² O quadro A em anexo apresenta a descrição das UCs de acordo com o grupo, esfera administrativa, grupo legal, plano de manejo, município, UHP e área pertencente.

ausência de planejamento, metas e restrições não há garantia de gestão dos recursos naturais assim como da preservação deles.

3.5.

Saneamento básico

3.5.1.

Abastecimento de água

A CEDAE é responsável pelos serviços voltados à água na maior parte dos municípios da RH II, possui concessão em todos os municípios com exceção de Mendes, onde os serviços de abastecimento estão sob a competência da Prefeitura Municipal (AGEVAP/PROFILL, 2017).

Para a determinação dos índices de captação por setor dos municípios da RH II, foram utilizadas as camadas referentes às demandas de captação por uso. Estas informações foram adquiridas através do SIGA-GUANDU (s.d.). Como esses valores são referentes ao município por completo, foi necessário executar recortes municipais através da ferramenta ArcGIS com base nos limites da Bacia do Guandu. Assim, obteve-se os valores das demandas de captação por uso correspondentes às áreas municipais inseridas nos limites da bacia.

A Tabela 4 apresenta os índices de captação em relação aos principais usos preponderantes da água. Podemos observar que o município do Rio de Janeiro demanda 76,02% da água da bacia para os diversos usos. Em relação ao setor destinado ao consumo humano, o município representa 74,33% da demanda captação voltada ao consumo humano da bacia. Esta proporção com valor elevado pode ser justificada pela maior concentração populacional do município quando comparada aos demais.

Tabela 4 – Índices de captação por setor dos municípios do RH II.

Municípios	Captação					
	Consumo Humano	Agricultura	Criação Animal	Industria	Mineração	TOTAL
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Barra do Pirai	0,17%	0,01%	2,64%	0,15%	0,41%	0,17%
Engenheiro Paulo de Frontin	0,17%	0,01%	4,01%	0,00%	0,00%	0,10%
Itaguaí	2,61%	7,26%	8,20%	2,48%	0,00%	2,56%
Japeri	2,58%	18,16%	1,80%	1,44%	0,16%	2,02%
Mangaratiba	0,63%	9,79%	3,74%	0,00%	0,00%	0,33%
Mendes	0,23%	0,00%	1,11%	0,00%	0,00%	0,12%
Miguel Pereira	0,46%	0,00%	9,31%	0,00%	0,00%	0,26%
Nova Iguaçu	12,12%	7,99%	1,45%	5,88%	0,00%	9,00%
Paracambi	0,84%	2,67%	3,66%	2,62%	9,68%	1,75%
Pirai	0,34%	0,00%	13,99%	0,01%	0,00%	0,21%
Queimados	3,69%	0,00%	1,32%	1,72%	0,00%	2,70%
Rio Claro	0,24%	0,00%	38,35%	0,00%	2,46%	0,23%
Rio de Janeiro	74,33%	32,29%	2,10%	78,72%	1,21%	76,02%
Seropédica	1,56%	21,16%	6,93%	6,98%	85,82%	4,52%
Vassouras	0,03%	0,66%	1,39%	0,00%	0,26%	0,02%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: Adaptado de SIGA-GUANDU (s.d.)

Ainda em relação a Tabela 4, identificamos que o segundo maior indicador de consumo de água na bacia é de 9% sendo proveniente do município Nova Iguaçu. Somando as demandas de captação dos demais municípios, encontramos um valor de 15% de captação total da água da bacia.

Os setores de mineração e indústrias são nesta ordem, os que mais demandam água após o consumo humano. Em relação a mineração, Seropédica destaca-se representando 85,82% do consumo da água destinada para este setor ainda que em relação a captação total da água na bacia corresponda a apenas 4,52%. Em relação a indústria, o Rio de Janeiro possui um índice de captação de 78,72% da água da bacia voltada para este uso.

Desta forma, podemos concluir que devido à disparidade do consumo da água do Rio de Janeiro frente aos outros municípios inseridos na bacia, entendemos que ao avaliar os índices relacionados ao abastecimento podemos identificar um condicionamento dos resultados às demandas do município do Rio de Janeiro.

De acordo com a Tabela 5, podemos nos debruçar sobre algumas questões através da análise dos indicadores apresentados. Primeiramente é válido comentarmos que os dados foram extraídos do SNIS (2018) e são representações municipais, logo os índices são valores referentes à condição de cada município e

aqueles parcialmente inseridos na Bacia Guandu apresentam resultados que divergem um pouco da realidade.

Em relação ao índice de atendimento total de água, os municípios Engenheiro Paulo de Frontin e Rio Claro são os que apresentam menor atendimento da água, correspondendo a 51,17% e 67,21% respectivamente. Avaliando os seis municípios que estão inseridos totalmente na bacia Guandu, observamos que em torno de 77% da população possui atendimento de água.

É interessante avaliarmos os volumes de água produzidos, consumidos e importados. Através da tabela 5, podemos inferir que os municípios: Japeri, Queimados e Seropédica não produzem água e assim necessitam da importação da água tratada para garantir seu abastecimento. Além disso, observa-se que não só para esses municípios, mas para todo aquele que necessita da importação, o volume importado é maior do que o consumido podendo ser justificado pelo fato de considerarem as perdas ao longo do sistema de distribuição. É notável o baixo volume de água produzido pelo Rio de Janeiro assim como, os elevados volumes de consumo e importação deste município. Estes valores só reforçam a dependência já apresentada e conhecida do Rio de Janeiro com as águas provenientes de outros municípios englobando as oriundas das transposições.

Em referência ao índice do consumo da água, podemos inferir que de modo geral os municípios consomem quase que em sua totalidade as águas disponíveis, com exceção de Barra do Piraí e Japeri que apresentam um consumo de respectivamente 24% e 39,07% da água produzida.

Tabela 5 – Índices de Abastecimento de Água - Bacia Guandu

Município	População total do município do ano de referência (IBGE)	População urbana do município do ano de referência (IBGE)	População total atendida com abastecimento de água	População urbana atendida com abastecimento de água	Volume de água produzido	Volume de água consumido	Volume de água tratada importado	Índice de atendimento urbano de água	Índice de consumo de água	Índice de atendimento total de água
	POP_TOT	POP_URB	AG001	AG026	AG006	AG010	AG018	IN023	IN052	IN055
	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(1000m³/Ano)	(1000m³/Ano)	(1000m³/Ano)	(%)	(%)	(%)
Barra do Piraí	99.969	96.993	92.904	92.904	8.267,56	1.983,64	0	95,8	23,99	92,93
Engenheiro Paulo de Frontin	13.929	10.021	7.128	7.128	1.101,00	516	0	71,1	46,87	51,17
Itaguaí	125.913	120.278	104.742	104.742	2.867,00	7.806,00	10.199	87,1	59,74	83,19
Japeri	103.960	103.960	75.259	75.259	0	4.396,00	11.253	72,4	39,07	72,39
Mangaratiba	43.689	38.493	37.819	33.321	4.335,00	3.831,00	0	86,6	88,37	86,56
Mendes	18.578	18.336	17.701	12.516	2.733,00	2.210,00	0	68,3	80,86	95,28
Miguel Pereira	25.493	22.244	20.076	20.076	3.192,00	1.967,00	0	90,3	61,62	78,75
Nova Iguaçu	818.875	809.934	762.758	762.758	1.361.134,00	1.304.174,00	1.161	94,2	95,73	93,15
Paracambi	51.815	45.875	36.622	36.622	1.240,00	2.616,00	2.851	79,8	63,95	70,68
Piraí	28.999	22.962	22.466	22.466	168.501,00	167.079,00	0	97,8	99,16	77,47
Queimados	149.265	149.265	125.597	125.597	0	9.725,00	16.056	84,1	60,57	84,14
Rio Claro	18.451	14.580	12.400	12.400	1.115,00	871	0	85,1	78,12	67,21
Rio de Janeiro	6.688.927	6.688.927	6.515.724	6.515.724	2.600,00	777.585,00	1.099.921	97,4	70,53	97,41
Seropédica	86.743	71.321	59.351	48.799	0	4.599,00	7.957	68,4	57,8	68,42
Vassouras	36.702	24.744	33.183	24.069	3.243,00	2.513,00	0	97,3	77,49	90,41
TOTAL	8.311.308	8.237.933	7.923.730	7.894.381	1.560.328,56	2.291.871,64	1.149.398			95,34

Fonte: SNIS (2018)

De acordo com a Figura 11, podemos observar a influência que o município do Rio de Janeiro exerce sobre a caracterização da Bacia Guandu. Através do gráfico, inferimos que a curva referente ao desempenho da RH II ao longo dos anos de 2014 a 2018 acompanha a atuação do município do Rio de Janeiro e ao desconsiderarmos a contribuição do município na análise global da bacia, percebemos que os índices da RH II sofrem uma queda característica para cada ano em avaliação.

Os indicadores e gráfico apresentados auxiliam no entendimento sobre a contribuição e representação dos municípios na análise regional da bacia assim como corroboram com a concepção de que as ações a serem tomadas para qualquer melhoria da gestão da bacia devem ser direcionadas para cada município, já que cada um assume através de suas propriedades e condições uma influência singular sobre o desempenho da bacia.

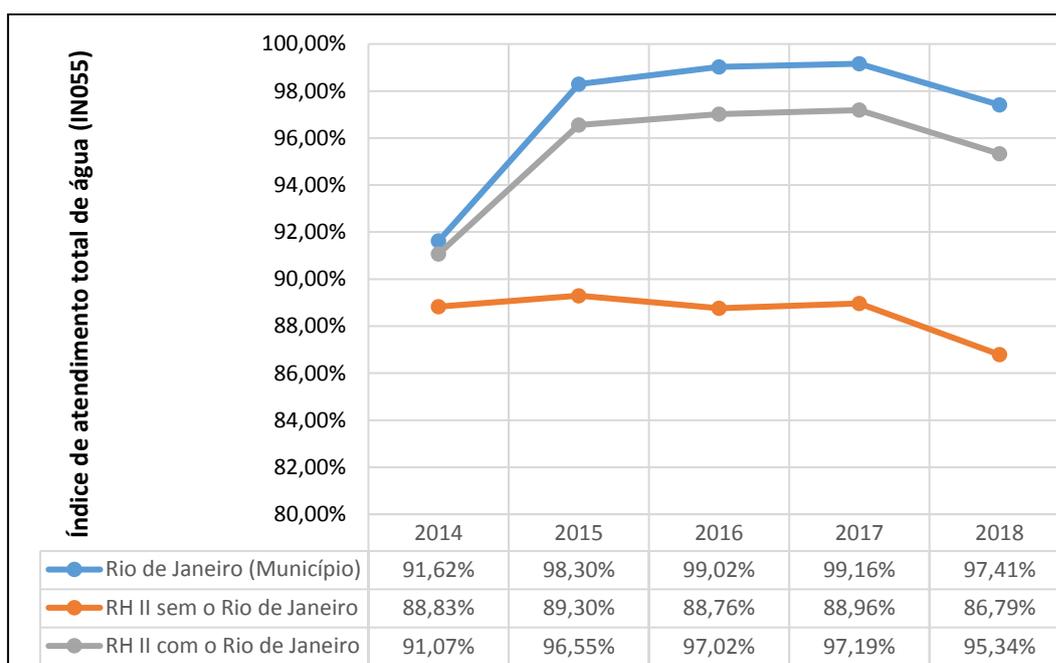


Figura 11 – Evolução dos índices de atendimento total de água na RH II.

Fonte: SNIS (2014, 2015, 2016, 2017, 2018)

3.5.2.

Esgotamento Sanitário

Os serviços de esgotamento sanitário dos municípios que compõe a RH II variam de acordo com o responsável pela prestação dos serviços. Os serviços de esgotamento de Itaguaí, Pirai, Queimados e Seropédica estão, estão por exemplo, sob a responsabilidade da CEDAE. Já em Paracambi e Nova Iguaçu a administração dos serviços fica dividida entre CEDAE e a Prefeitura Municipal. O esgotamento sanitário da porção da região metropolitana do Rio de Janeiro que pertence a RH II está sob a gestão da Foz Águas 5. Por fim, nos demais municípios, os serviços são administrados inteiramente pelas Prefeituras Municipais (AGEVAP/PROFILL, 2017).

Conforme apresentado anteriormente para a obtenção das demandas de captação foi necessário realizar estimativas com base nas áreas municipais inseridas nos limites da Bacia do Guandu. Para a determinação das vazões de retorno por uso, foi admitida a mesma metodologia. Assim, foi possível elaborar a Tabela 6 que apresenta a demanda de esgotamento sanitário de cada município de acordo com os principais usos: consumo humano, agricultura, criação animal, indústria e mineração.

Sabendo que apenas 6 municípios estão totalmente inseridos na Bacia Guandu, a demanda setorial do esgotamento sanitário foi estimada de acordo com a área inserida na Bacia. Por exemplo, o município Barra do Pirai possui apenas uma parcela do seu território localizada nos limites da Bacia Guandu. Através da razão entre a área municipal inserida na Bacia pela área total e o valor da demanda do esgotamento sanitário por uso do município, foi estimado os valores das demandas correspondente à porção territorial do município inserida nos limites da bacia. A Tabela 6 aponta os valores das demandas de cada uso dos municípios pertencentes à Bacia Guandu.

Tabela 6 - Porcentagem referente às vazões de retorno do esgotamento sanitário por uso.

Municípios	Lançamento					
	Consumo Humano	Agricultura	Criação Animal	Industria	Mineração	Total
Barra do Pirai	0,17%	0,01%	2,64%	0,01%	0,00%	0,10%
Engenheiro Paulo de Frontin	0,16%	0,00%	4,01%	0,00%	0,00%	0,09%
Itaguaí	2,60%	7,25%	8,20%	10,60%	0,00%	6,08%

Municípios	Lançamento					
	Consumo Humano	Agricultura	Criação Animal	Indústria	Mineração	Total
Japeri	2,59%	18,16%	1,80%	0,56%	0,00%	1,70%
Mangaratiba	0,62%	9,79%	3,74%	0,00%	0,00%	0,35%
Mendes	0,23%	0,00%	1,11%	0,00%	0,00%	0,13%
Miguel Pereira	0,45%	0,00%	9,31%	0,00%	0,00%	0,26%
Nova Iguaçu	12,14%	7,99%	1,45%	1,66%	0,00%	7,57%
Paracambi	0,82%	2,66%	3,66%	1,11%	33,13%	0,98%
Piraí	0,32%	0,00%	13,99%	3,14%	0,00%	1,56%
Queimados	3,69%	0,00%	1,32%	0,08%	0,00%	2,12%
Rio Claro	0,22%	0,00%	38,35%	0,00%	9,40%	0,17%
Rio de Janeiro	74,44%	32,29%	2,10%	81,93%	0,00%	77,55%
Seropédica	1,52%	21,18%	6,93%	0,91%	56,91%	1,32%
Vassouras	0,02%	0,66%	1,39%	0,00%	0,56%	0,02%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: Adaptado de SIGA-GUANDU (s.d.)

A partir da Tabela 6 podemos inferir que de maneira geral o Rio de Janeiro é o município que mais contribui com a vazão de retorno total na Bacia do Guandu sendo responsável por 77,55%. Nova Iguaçu torna-se o segundo maior colaborador sendo encarregado por 7,57% da vazão de retorno. Os demais municípios em conjunto representam 14,88%.

Em relação às vazões de lançamento por uso, é possível identificarmos que o município do Rio de Janeiro destaca-se também como o responsável pelas maiores contribuições nos setores do consumo humano (74,44%), agricultura (32,29%) e indústria (81,93%).

Ainda em referência a Tabela 6, podemos observar que os 15 municípios pertencentes à bacia do Guandu apresentam vazões de retorno provenientes da criação de animais. Por outro lado, os setores mais específicos como agricultura, indústria e mineração são representados por algumas unidades municipais. Por exemplo, no que diz respeito ao uso de mineração apenas Paracambi, Rio Claro, Seropédica e Vassouras apresentam parcelas referentes às vazões de retorno.

As diferentes contribuições podem ser justificadas pelas diversas razões que caracterizam e configuram os municípios como espaços únicos sendo estas: a população, as atividades econômicas existentes, a taxa de urbanização, a cobertura vegetal, o relevo, o clima, a biodiversidade, entre outros. Dito isto e após o que foi apresentado no tópico sobre abastecimento, percebemos a importância da avaliação dos municípios enquanto colaboradores da bacia hidrográfica uma vez que, as ações

implementadas em cada unidade municipal refletem no funcionamento e planejamento regional da bacia.

O Rio Guandu possui como principais afluentes os rios dos Macacos, Santana, São Pedro, Poços/Queimados e Ipiranga. Todos esses recebem contribuições de esgoto in natura visto que o índice de atendimento por sistema de esgotamento sanitário é baixo e menos de 10% da população é beneficiada por algum tipo de serviço de coleta de esgoto. Soma-se a isto a existência de alguns lixões ao longo de grande parte da bacia do Guandu onde a população descarta os resíduos sólidos. Ao se estabelecerem, especialmente, ao longo ou próximos das margens dos rios, verifica-se um favorecimento da contribuição de carga contaminante nos mananciais e o aumento do potencial erosivo destes mesmos cursos d'água. Além disso, verifica-se que parte do esgoto é descartado em galerias de águas pluviais, fossas ou em valas a céu aberto, contribuindo de maneira ainda mais incisiva para a deterioração da qualidade das águas locais (VETTORAZZI; FILHO; THOMÉ, 2012).

As cidades de Paracambi, Japeri, Itaguaí e dois bairros situados em Campo Grande e Inhoaíba, no Rio de Janeiro, possuem Estações de Tratamento de Esgotos ligadas a rede coletoras. Contudo, apenas a ETE de Paracambi está em funcionamento e, mesmo assim, com deficiências pois não há controle de vazão, parâmetro ou características dos esgotos brutos e tratados. Ademais, a ETE de Paracambi atende 15% da sua localidade o que corresponde a 0,6% do total de esgotos produzidos nas bacias (ANA/MMA, 2009).

Visto que a maior parte do esgoto produzido pela população urbana não é coletado, não é possível quantificar precisamente os corpos receptores, com exceção dos que recebem os efluentes das ETEs existentes (ANA/MMA, 2009).

Estas consequências são ainda mais graves quando se identifica o local da tomada d'água da ETA Guandu. Esta estabelece em uma área formada por um conjunto de lagoas que são alimentadas por águas potencialmente contaminadas conforme apresentado na figura 12. Como principais contribuidores de esgotos domésticos podemos citar as Bacias Hidrográficas dos Rios dos Poços, Queimados e Ipiranga. Além disso, é possível observar o crescimento de algas formadas na lagoa que recebe esses rios o que pode ser considerado um indicativo de que o corpo d'água não consegue absorver e depurar a carga poluidora despejadas e assim

alguns componentes do esgoto sem tratamento, como fósforo, acabam se tornando alimento para as algas (VETTORAZZI; FILHO; THOMÉ, 2012).



Figura 12 – Presença de algas na captação da Estação de Tratamento de Água do Guandu.
Fonte: Comitê Guandu (s.d.)

Assim, a condição orgânica dessas águas, aeração e insolação natural são componentes fundamentais para a constituição de um ambiente propício para a proliferação de organismos nocivos à saúde.

Soma-se a esta situação, como já mencionado anteriormente, a presença de indústrias e áreas agrícolas ao longo de toda a bacia que compromete ainda mais a qualidade da água neste recorte. Na área da Bacia do Guandu existem três grandes polos industriais: os chamados Distritos Industriais de Santa Cruz (10 indústrias), Queimados (16 indústrias) e Campo Grande (14 indústrias). De acordo com os dados cadastrais fornecidos pela FIRJAN (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro), existem 162 estabelecimentos na área da região da bacia distribuídas de maneira heterógena ao longo da mesma (ANA, 2009).

A fim de melhorar o entendimento sobre as questões voltadas ao esgotamento sanitário, buscou-se informações que caracterizassem melhor a condição de cada município. Através dos dados provenientes do SNIS (2012, 2015, 2016 e 2018) foi elaborada a tabela 7 na qual podemos identificar dados condizentes a eficácia do sistema de esgotamento sanitário nos municípios.

A Tabela 7 expõe algumas informações e índices referentes ao esgotamento sanitário dos municípios da Bacia Guandu. É importante ressaltarmos que alguns municípios não apresentam todas as informações e a ausência das mesmas pode mascarar a realidade. No caso do município de Japeri, por exemplo de acordo com os índices selecionados para avaliação, ele apresenta apenas resultados para os índices de coleta e tratamento do esgoto e os valores de referência mais atualizados são do ano de 2012. Além disso, os dados do SNIS são municipais e para aqueles municípios que estão inseridos parcialmente na bacia os valores utilizados para análise divergem do real.

De acordo com os dados levantados, pode-se inferir que 100% da população dos municípios possui rede de esgotamento sanitário, no entanto a parcela populacional que recebe o atendimento não é compatível com tal abrangência. O índice de atendimento urbano de esgoto varia para cada município, no entanto é possível identificar que o Rio de Janeiro apresenta a maior taxa de atendimento cerca de 85% em contrapartida, apenas 15% da população de Mangaratiba dispõe de atendimento.

Em referência aos índices de coleta e tratamento de esgoto, possuímos informação de 14 municípios e neste conjunto apenas 6 tratam alguma parcela do esgoto coletado com exceção de Miguel Pereira que trata 100%. Nos municípios Barra do Pirai, Engenheiro Paulo de Frotin, Itaguaí, Japeri, Mangaratiba, Mendes, Paracambi e Queimados nenhuma parcela do esgoto é tratada.

Tabela 7 – Índices de Esgotamento Sanitário - Bacia Guandu

Ano de Referência	Município	População Total do Município do Ano de Referência	População Urbana do Município do Ano de Referência	Volume de Água Consumido	Volume de Água Tratada Exportado	População Urbana Residente com Esgotamento Sanitário	População Total Atendida com Esgotamento Sanitário	Volume De Esgotos Coletado	Volume De Esgotos Tratado	População Urbana Atendida Com Esgotamento Sanitário	Índice De Coleta De Esgoto	Índice De Tratamento De Esgoto	Índice de Atendimento Urbano de Esgoto Referido aos Municípios Atendidos com Esgoto
		POP_TOT	POP_URB	AG010	AG019	G06B	ES001	ES005	ES006	ES026	IN015	IN016	IN047
		(hab.)	(hab.)	(1000m³/ano)	(1000m³/ano)	(hab.)	(hab.)	(1000m³/ano)	(1000m³/ano)	(hab.)	(%)	(%)	(%)
2018	Barra do Pirai	99.969	96.993	1.983,64	0	96.993	74.662	1.279,32	0	74.662	64,49	0	76,98
2015	Engenheiro Paulo de Frontin	13.626	9.803	478	0	9.803	10.129	764	0	6.533	100	0	66,64
2018	Itaguaí	125.913	120.278	7.806,00	0	120.278	49.777	2.683,00	0	49.777	34,37	0	41,38
2012	Japeri	97.337	97.337	4.273,00	0	97.337	36.250	1.200,00	0	36.250	28,08	0	37,24
2016	Mangaratiba	41.557	36.614	3.186,00	0	36.614	5.504	345	0	5.504	10,83	0	15,03
2018	Mendes	18.578	18.336	2.210,00	0	18.336	17.701	438	0	12.516	19,82	0	68,26
2016	Miguel Pereira	24.855	21.687	1.549,00	0	21.687	11.300	428,05	428,05	11.300	27,63	100	52,1
2018	Nova Iguaçu	818.875	809.934	1.304.174,00	1.238.373,00	809.934	368.770	23.814,00	59	368.770	36,19	4,01	45,53
2018	Paracambi	51.815	45.875	2.616,00	0	45.875	36.700	3.100,00	0	35.700	100	0	77,82
2018	Pirai	28.999	22.962	167.079,00	165.327,00	22.962	9.340	582	342	9.340	33,22	58,76	40,68
2018	Queimados	149.265	149.265	9.725,00	0	149.265	62.933	3.631,00	0	62.933	37,34	0	42,16
-	Rio Claro ³	18.451	14.580	871	0	-	-	-	-	-	-	-	-
2018	Rio de Janeiro	6.688.927	6.688.927	777.585,00	0	6.688.927	5.694.900	455.922,73	333.335,09	5.694.900	58,63	73,22	85,14
2018	Seropédica	86.743	71.321	4.599,00	0	71.321	28.406	1.730,00	316	28.406	37,62	18,27	39,83
2018	Vassouras	36.702	24.744	2.513,00	0	24.744	21.101	660,44	121,44	18.901	26,28	18,39	76,39

Fonte: SNIS (2012, 2015, 2016, 2018)

³ Para o município de Rio Claro não foram encontrados dados de esgotamento sanitário no sistema do SNIS para nenhum ano entre 1998 e 2018.

De acordo com AGEVAP/PROFILL (2017), no município do Rio de Janeiro, entre 2014 e 2015, a coleta de esgoto não acompanhou o crescimento da população assistida pelo abastecimento de água e assim, o volume do esgoto produzido. Neste intervalo de tempo, tanto o volume de água consumida quanto o de esgoto produzido aumentaram cerca de 7%. Em paralelo a isso, o volume de esgoto coletado foi reduzida em 3%. Dessa maneira, é possível justificar o declínio do indicador de coleta 2015 no município do Rio de Janeiro em relação ao ano de 2014. A figura 13 apresenta a evolução dos índices de coleta de esgoto na RH II.

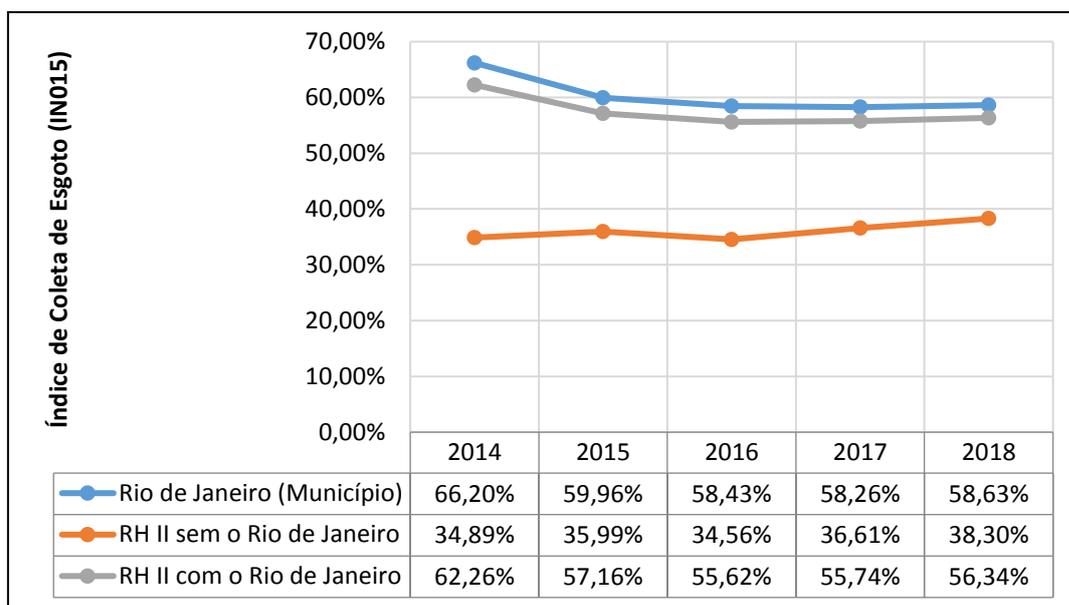


Figura 13 – Evolução dos índices de coleta de esgoto na RH II.

Fonte: Adaptado de SNIS (2014, 2015, 2016, 2017 e 2018)

A Figura 14 apresenta os resultados do índice de tratamento de esgoto entre os anos de 2014 e 2018. Consegue-se mais uma vez, observar a influência do município do Rio de Janeiro na RHII, pois a sua curva e a da RHII apresentam o mesmo comportamento: crescimento entre os anos de 2014 e 2017 e um declínio entre 2017 e 2018. A curva que desconsidera a influência da RMRJ, apresenta valores abaixo de 5% retratando um cenário deficitário.

Como mencionado anteriormente, o município do Rio de Janeiro não acompanhou o crescimento do esgoto produzido e assim o tratamento do mesmo, por isso quando avaliamos os indicadores de tratamento de esgoto do município e da RH II, podemos identificar uma curva decrescente e com pouca evolução neste intervalo de tempo.

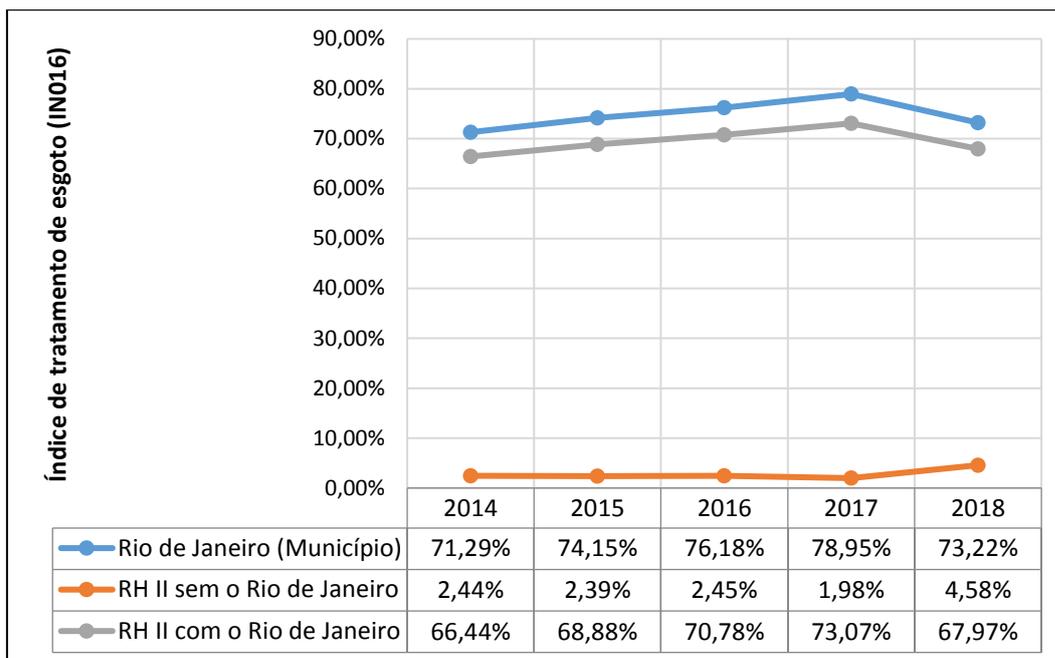


Figura 14 – Evolução dos índices de tratamento do esgoto total gerado na RH II.

Fonte: Adaptado de SNIS (2014, 2015, 2016, 2017 e 2018)

Através das Figuras 13 e 14, pode-se observar o comportamento da Bacia em relação à coleta e ao tratamento de esgoto de uma maneira regional. No entanto, a influência do município do Rio de Janeiro sobre a Bacia destaca-se de forma a induzir e condicionar os resultados da mesma. Como cada município possui seu sistema de esgotamento sanitário e contribuição singular na Bacia, entende-se que para o alcance da melhoria da gestão regional, diferentes estratégias devem ser adotadas a fim de englobar as deficiências específicas de cada município, visando a melhoria do condicionamento regional da Bacia.

4.

USO DE INDICADORES PARA UMA GESTÃO REGIONAL DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA

A partir do diagnóstico realizado no capítulo 3 foi possível verificar os processos e as funcionalidades da dinâmica físico-biótica e social que mantém os municípios da mesma bacia hidrográfica correlacionados entre si. Através destas percepções, o capítulo 4 discorrerá sobre algumas possíveis correlações que podem ser feitas entre os indicadores que auxiliem nas tomadas de decisão quando se projeta uma gestão regional da bacia hidrográfica.

Para exemplificar as possíveis correlações que podem ser construídas foram escolhidas três variáveis que através da parametrização com a qualidade da água induz a contribuição de cada município na bacia hidrográfica. As variáveis escolhidas são: áreas verdes, esgotamento sanitário e industrialização.

4.1.

Áreas Verdes

As áreas verdes exercem papel fundamental no equilíbrio sustentável e no bem-estar da população. A manutenção deste equilíbrio está relacionada diretamente à antropização desregulada, visto que esta proporciona uma redução na diversidade tanto da flora como na fauna influenciando no ecossistema como um todo (LUCON; FILHO; SOBREIRA, 2013).

As diferentes classes de cobertura vegetal possuem importância e exercem funções complementares que contribuem com a manutenção do ecossistema. O projeto Cities4forest da WRI (2018) sugere 3 classificações de florestas para melhor compreensão da relação de florestas com as cidades: florestas internas, próximas e distantes. Segundo o WRI (2018), as florestas apresentam diferentes níveis os quais promovem benefícios para a região urbana local assim como para o planeta. Afirmam ainda que, dentro do perímetro urbano as florestas e árvores proporcionam

espaços de lazer e convivência além de promoverem a manutenção de temperaturas mais amenas. Acrescentam informando que as florestas que se encontram no entorno das cidades exercem o papel de proteção contra enchentes e deslizamentos de terra e por fim indicam que até mesmo as florestas mais distantes dos centros das cidades exercem influência na vida urbana visto que, interferem no clima, na periodização das chuvas e abriga a maior concentração da biodiversidade.

No que diz respeito ao sistema hídrico, a vegetação promove o controle dos processos erosivos, influencia na produção e na qualidade da água uma vez que está relacionado a taxa de infiltração e escoamento da água, proteção dos mananciais e na dinâmica de nutrientes (LINHARES; SOARES; BATISTA, 2005).

De acordo com LIMA e ZAKIA (1998, p.59):

A microbacia, como unidade geomorfológica da paisagem, pode funcionar como uma manifestação espacialmente bem definida de um sistema natural aberto, dentro do qual as atividades florestais vão, inevitavelmente, estar influenciando o seu funcionamento hidrológico (vazão, qualidade e quantidade de água, perdas de sedimentos etc.), e a sua biogeoquímica (balanço de nutrientes, potencial de produtividade do solo etc.). Estes fluxos e estas taxas, por sua vez, estão dependentes do nível de biodiversidade, nas suas várias categorias, ao longo da área.

Esta afirmação corrobora com a ideia de que a bacia hidrográfica é uma unidade de planejamento que inclui os fenômenos que avançam os limites político-administrativos e incorpora a interação entre os diferentes elementos. Assim sendo, o funcionamento hidrológico da bacia hidrográfica recebe influência da cobertura vegetal existente e seu funcionamento é interferido pelo controle das atividades florestais logo, a falta de manutenção e manejo florestal poderá acarretar prejuízos nos processos que garantem o equilíbrio funcional do ecossistema resultando em diversos aspectos uma deterioração da qualidade da vida humana.

Os benefícios providos pela manutenção da área verde envolvem não só a melhora na qualidade do ar, da água, no controle da temperatura como também garante a proximidade do homem com a natureza. O Índice de Área Verde (IAV)⁴ indica um valor referente a área verde disponível por habitante e é encontrado através da razão entre o somatório de áreas verdes pelo número de habitantes. A ONU recomenda ser utilizado um valor de referência de 12 m² de área verde por

⁴ Os diferentes parâmetros sugeridos como condição mínima do IAV são voltados para uma avaliação da área urbana, mas neste presente trabalho foi considerada a relação de área verde por habitante a fim de identificar os municípios que apresentam uma maior taxa de cobertura vegetal por habitante de uma maneira mais amplificada para dar um sentido de comparabilidade entre a relação paisagística dos municípios.

habitante. Por outro lado, a Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, indica o mínimo necessário de áreas verdes públicas destinadas à recreação de 15 m²/habitante (SBAU, 1996; LUCON; FILHO; SOBREIRA, 2013).

As premissas apresentadas apontam de maneira geral a importância que a cobertura vegetal exerce na funcionalidade do ecossistema e na vida humana. A fim de relacionar as áreas verdes existentes em cada município com a qualidade da água na bacia do Guandu, foram utilizados alguns indicadores como ferramentas para identificação e possível qualificação da distribuição dos espaços nos municípios. Para isto foram considerados:

- a) População estimada para o ano de 2017. Estimativa realizada através do Censo Demográfico IBGE - População Residente Enviada ao Tribunal de Contas da União;
- b) Área municipal obtida através do arquivo *shapefile* “Uso da Cobertura da terra” proveniente do Profill 2017 – PERH 2018”;
- c) Área florestal obtida através do somatório de áreas classificadas como floresta de cada município. Dado também retirado do arquivo “Uso da Cobertura da terra – Profill 2017 – PERH 2018”;
- d) Percentual de Áreas Verdes (PAV) referindo-se a razão das áreas classificadas como florestas pela área total do município;
- e) Índice de Áreas Verdes (IAV) relacionando a quantidade de áreas verdes, aqui consideradas como áreas florestadas pela quantidade de habitantes no município.

Tabela 8 – Índice de áreas verdes dos municípios do RH II.

Município	População (hab.)	Área Municipal (m ²)	Área Florestal (m ²)	Percentual de Áreas Verdes (%)	Índice de Áreas Verdes (m ² /hab.)
Barra do Pirai	31.480	46.430.000	11.030.000	23,76%	350,4
Engenheiro Paulo de Frontin	13.576	138.400.000	95.030.000	68,66%	6.999,9
Itaguaí	122.369	280.990.000	101.550.000	36,14%	829,9
Japeri	101.237	81.650.000	10.170.000	12,46%	100,5
Mangaratiba	38.174	353.310.000	276.700.000	78,32%	7.248,5
Mendes	16.456	73.220.000	39.990.000	54,62%	2430,2
Miguel Pereira	6.914	251.250.000	141.540.000	56,33%	20.471,1
Nova Iguaçu	204.454	262.020.000	135.340.000	51,65%	662,0
Paracambi	50.447	190.880.000	86.240.000	45,18%	1.709,5
Pirai	19.643	385.770.000	165.790.000	42,98%	8.440,4
Queimados	145.386	75.670.000	3.530.000	4,66%	24,3
Rio Claro	17.053	807.020.000	409.960.000	50,80%	24.040,9

Município	População (hab.)	Área Municipal (m ²)	Área Florestal (m ²)	Percentual de Áreas Verdes (%)	Índice de Áreas Verdes (m ² /hab.)
Rio de Janeiro	1.108.445	468.000.000	85.960.000	18,37%	77,6
Seropédica	84.416	265.110.000	24.850.000	9,37%	294,4
Vassouras	8.405	23.880.000	13.550.000	56,74%	1612,0

Fonte: Elaboração própria

De acordo com a Tabela 8, podemos identificar que em relação ao atendimento de área mínima por habitante para recreação todos municípios cumprem este requisito. No entanto, ao debruçarmos sobre o percentual de áreas verdes, percebemos que alguns municípios como Japeri, Queimados e Seropédica apresentam baixos valores 12,46%, 4,66% e 9,37% respectivamente. Estes três municípios estão totalmente inseridos na RH II e conforme apresentado na tabela 1, eles contemplam atlas taxas de urbanização sendo Seropédica com 82,1% e Japeri e Queimados com 100%. A média do percentual de área verde na bacia do Guandu é em torno de 40,67% sendo este valor influenciado pelas contribuições municipais e como já apresentado, cada um participa de modo singular conforme sua configuração.

Como já mencionado previamente, a cobertura vegetal presente na bacia hidrográfica induz diversos mecanismos, elementos e fenômenos que garantem a qualidade da água. Dessa maneira, buscando correlacionar a porcentagem de áreas verdes com a qualidade da água, a Tabela 9 apresenta uma lista de corpos hídricos receptores que abriga os efluentes de cada município, a relação de estações de amostragem desses corpos hídricos e seus respectivos Índices da Qualidade da Água (IQA) e por fim o percentual de áreas verdes.

Para tal correlação foi utilizado os Planos Municipais de Saneamento Básico e o PERH (AGEVAP/PROFILL, 2017) a fim de identificar os corpos hídricos receptores de cada município. Além disso, recorreu-se o auxílio dos Boletins da Qualidade da Água do INEA (2017) para ter conhecimento das estações de amostragens dos respectivos corpos receptores assim como o IQA correspondente.

O IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta para abastecimento público após o tratamento. A maioria dos parâmetros utilizados no cálculo do IQA são indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos. O cálculo do IQA consolida em um único valor os resultados dos parâmetros: Oxigênio Dissolvido (DO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo Total (PT), Nitrogênio Nitrato (NO₃), Potencial Hidrogeniônico

(pH), Turbidez (T), Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), Temperatura da Água e do Ar e Coliformes Termotolerantes. Cada parâmetro apresenta pesos⁵ diferentes no cálculo do IQA (ANA, 2004). O quadro 4 expõe a classificação da água pelo IQA.

Tabela 9 – Correlação entre os índices de área verde com a qualidade da água.

Município	Corpo Receptor	Estação de amostragem	IQA	Percentual de Áreas Verdes (%)	Índice de Áreas Verdes (m ² /hab.)
Queimados	Rio Queimados	QM 270	21,3	4,66%	24,28
Nova Iguaçu		QM 271	20,9	51,65%	661,96
Japeri	Rio Guandu	GN200	63,8	12,46%	100,46
Seropédica		GN200		9,37%	294,38
Mendes	Rio Santana	SN331	58,5	54,62%	2430,16
Miguel Pereira				56,33%	20471,1
Rio de Janeiro	Rio Guandu Mirim	GM180	28,1	18,37%	77,55
Nova Iguaçu				51,65%	661,96
Barra do Pirai	Rio Pirai	PI0241	38,2	23,76%	350,39
Pirai				42,98%	8440,37
Rio Claro				50,80%	24040,87
Paracambi	Rio Macaco	MC410	36,7	45,18%	1709,52
Engenheiro Paulo de Frontin				68,66%	6999,85
Japeri	Rio Poços	PO290	30,6	12,46%	100,46
Japeri	Rio Santo Antônio	SA030	53,5	12,46%	100,46
Seropédica	Rio Piranema	PM360	30,2	9,37%	294,38
Rio de Janeiro	Rio Piraquê	PR000	26,7	18,37%	77,55
Rio de Janeiro	Rio Engenho Velho	EN670	30,3	18,37%	77,55
Itaguaí	Rios Cação	CA140	47,3	36,14%	829,87
Itaguaí	Vale do Sangue	VS660	22,6	36,14%	829,87
Paracambi	Ribeirão das Lajes	LG350	73,1	45,18%	1709,52
Paracambi	Ribeirão das Lajes	LG351	74,1	45,18%	1709,52
Rio de Janeiro	Vale do Sangue	VS660	22,6	18,37%	77,55

Fonte: Elaboração própria

Quadro 4 – Classificação do IQA

Ponderação	Categoria
25 > IQA ≥ 0	Muito Ruim
50 > IQA ≥ 25	Ruim
70 > IQA ≥ 50	Média
90 > IQA ≥ 70	Boa
100 > IQA ≥ 90	Excelente

Fonte: INEA (2017)

⁵ Os fatores com maior peso para o cálculo do IQA são: Oxigênio dissolvido, coliforme termotolerantes e potencial hidrogeniônico (pH) cujas porcentagens de contribuição são respectivamente: 17%, 15% e 12%. Os demais fatores, como: DBO_{5,20}, temperatura da água, nitrogênio total e fósforo representam individualmente 10% no cálculo e os índices de turbidez e resíduo total são referentes à 8%.

De acordo com a Tabela 9, os corpos receptores: Rio Queimados, Rio Guandu, Rio Santana, Rio Guandu Mirim, Rio Piraí e Rio Macaco recebem efluentes de mais de um município. Desta maneira, a leitura que podemos ter sobre o IQA correspondente de cada estação de amostragem deve levar em consideração a contribuição dos municípios envolvidos.

É importante ressaltar que apesar de ter associado estações de amostragem com municípios não significa que a contribuição para aquela estação seja apenas do município correlacionado. Por exemplo, o Rio Queimados possui duas (2) estações de amostragem: QM 270, cujo material amostrado relaciona-se diretamente como o município de Queimados, assim como a QM 271, que por sua vez é influenciado diretamente pelos efluentes tratados e não tratados provenientes no município de Nova Iguaçu.

Contudo, ao observamos a Figura 15 na página seguinte, podemos compreender que a estação QM 271 apesar de estar localizada no município de Nova Iguaçu poderá também abrigar efluentes de outros corpos hídricos alimentados por diferentes municípios.

Dessa maneira, quando é identificado um valor de área verde de 4,66% em Queimados entende-se que este possui uma maior contribuição para a deterioração do IQA se comparado à Nova Iguaçu, que possui 51,65% de área verde. No entanto, as estações de amostragem associadas a estes municípios possuem valores bem próximos: sendo a primeira 21,30 e a segunda 20,90. Estes valores sofrem influência de diversas variáveis como taxa de urbanização, densidade demográfica, área rural e urbana, taxa de industrialização, qualidade da cobertura vegetal entre outros. Diante disso, entende-se que a interpretação do IQA proveniente da contribuição de mais de um município é mais complexa e exige o detalhamento de demais parâmetros como vazão contribuinte, taxa de escoamento, infiltração e erosão, por exemplo.

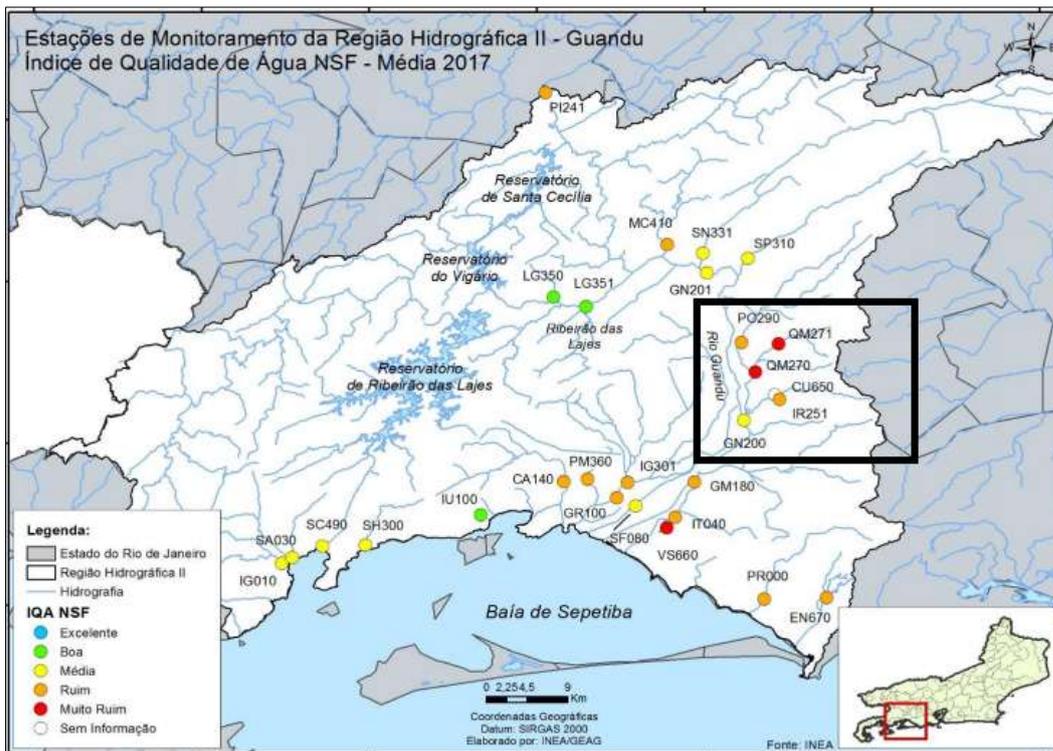


Figura 15 – IQA nas Estações de Monitoramento da RH II.

Fonte: (INEA, 2017)

Além desta situação, é possível identificar que o IQA representativo da bacia do Guandu como um todo é considerado ruim e o único corpo hídrico que apresenta resultados acima daquilo que é considerado médio é o Ribeirão das Lajes, que apesar de possuir duas distintas estações de amostragem ambas são qualificadas com bom índice da qualidade da água.

Municípios como Nova Iguaçu, Japeri, Rio de Janeiro, Itaguaí e Piracambi possuem mais de uma estação de amostragem associados e cada contribuição deve ser avaliada separadamente, pois por serem em locais diferentes as condições e configurações de análise também mudam.

De maneira geral, inferimos que a porcentagem de áreas verdes pode ser correlacionada com a qualidade da água uma vez que, a cobertura vegetal surte efeito sobre as condições de infiltração e processos físico-químicos do ecossistema configurando assim o IQA final. No entanto, sugere-se que as demais variáveis contribuintes para o cálculo do IQA sejam avaliadas individualmente de maneira a possibilitar a criação de uma relação de causas e efeitos de vários fatores parametrizados com a qualidade da água da bacia hidrográfica em questão.

4.2.

Esgotamento Sanitário

A situação do esgotamento sanitário da Bacia do Guandu pode ser caracterizada da seguinte forma: 12% da população é atendida por um sistema coletivo que permite a coleta e tratamento do esgoto; 16% possui o atendimento por solução individual (fossa séptica); 49% é atendido por um sistema que há coleta, porém, nenhuma parcela do esgoto é tratada; e 22% não possui atendimento, ou seja, não há coleta nem tratamento (ANA, s.d.).

O Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB (Brasil, 2014) considera como atendimento adequado de esgotamento sanitário a solução individual com fossa séptica ou os esgotos coletados e tratados de forma coleta. Partindo desta premissa, 29% do esgoto gerado na Bacia do Guandu se enquadra em um atendimento adequado.

De maneira geral, tendo-se por base a Tabela 10, entende-se que a maioria dos municípios inseridos na RH II possui a coleta do esgoto, mas não realiza o tratamento. É válido destacar que na maior parte os municípios localizados na Bacia do Guandu, encontra-se uma deficiência em relação ao atendimento de esgotamento sanitário, podemos dizer que pelo menos 15% da população destes municípios não é atendida podendo em alguns municípios chegar a uma porcentagem de 38,6%. Já em Barra do Piraí e Piraí a parcela da população sem atendimento é baixa sendo estas 3,5% e 0,2%, respectivamente. Pode-se inferir que o índice de maior representativa na Bacia Guandu é o que possui a coleta, mas não realiza tratamento. Além disso, cabe ressaltar que o Rio de Janeiro apresenta uma alta porcentagem de atendimento de coleta e tratamento, contudo a parcela do município inserida na RH II é considerada a porção territorial mais deficitária no quesito de investimento de infraestrutura urbana. Portanto, a contribuição de 66,2% do Rio de Janeiro mascara um pouco a realidade existente da Bacia do Guandu. Ainda em referência a Tabela 10, é possível identificar que Mangaratiba é o único município que possui a adoção da solução individual com maior relevância dentro os tipos de atendimento.

Tabela 10 – Índices de Atendimento de Esgotamento Sanitário nos Municípios da RH II.

Município	Índice sem atendimento	Índices com Atendimento		
	Sem Coleta e sem Tratamento (2013)	Por Solução Individual (2013)	Com Coleta e sem Tratamento (2013)	Com Coleta e com Tratamento (2013)
Barra do Pirai	3,5%	11,5%	68,0%	17,0%
Eng. Paulo de Frontin	34,2%	26,3%	39,6%	0,0%
Itaguaí	20,1%	9,0%	70,9%	0,0%
Japeri	31,0%	8,5%	60,5%	0,0%
Mangaratiba	20,1%	54,2%	25,7%	0,0%
Mendes	38,6%	19,1%	42,3%	0,0%
Miguel Pereira	29,6%	32,6%	0,0%	37,8%
Nova Iguaçu	15,0%	6,0%	75,1%	4,0%
Paracambi	36,3%	3,7%	44,0%	16,0%
Pirai	0,2%	9,8%	52,6%	37,4%
Queimados	16,6%	15,8%	67,6%	0,0%
Rio Claro	27,6%	6,8%	65,7%	0,0%
Rio de Janeiro	13,8%	4,2%	15,8%	66,2%
Seropédica	32,5%	7,5%	60,0%	0,0%
Vassouras	16,9%	26,0%	48,7%	8,4%
Média	22%	16%	49%	12%

Fonte: Atlas Esgotos (ANA, s.d.)

A fim de avaliar a carga orgânica remanescente na água após tratamento foi utilizado o parâmetro DBO, visto que este caracteriza a parcela orgânica dos efluentes provenientes de esgotamento sanitário (ANA, 2017). Quando detectamos uma DBO alta inferimos que aquele corpo hídrico possui uma alta demanda de oxigênio para a degradação da matéria orgânica existente. Desta forma, este parâmetro permite que tenhamos o entendimento da poluição orgânica de um curso d'água através da concentração de oxigênio necessário para oxidar a matéria orgânica (VALENTE; PADILHA; SILVA, 1997).

Para determinação da carga remanescente foi realizada uma estimativa na distribuição das parcelas de carga orgânica baseada nos seguintes conceitos de atendimento do PLANSAB (Brasil, 2014):

a) atendimento adequado: considerado quando o suprimento é realizado por fossa séptica ou por rede coletora de esgoto seguida de tratamento;

b) atendimento precário: entendido como aquele no qual o serviço é ofertado em condições insatisfatórias, por exemplo nos casos onde há coleta de esgoto, mas não é realizado tratamento;

c) sem atendimento: conceituado como aquele sem coleta e sem tratamento.

De acordo com o tipo de tratamento do esgoto, há uma variação na eficiência da remoção das cargas orgânicas, em termos de DBO. A Resolução CONAMA nº430/2011 estabelece que a eficiência de remoção mínima é de 60% de DBO.

Para o cálculo da carga total (em DBO/dia) gerada pelos municípios foi considerado que onde há atendimento de esgotamento sanitário adequado, ou seja, no qual as cargas de esgoto são coletas e tratadas ou são destinadas às fossas sépticas, a remoção da DBO seria de 60%, considerando assim que nestes tipos de atendimento, a carga orgânica sofre uma redução respeitando a condição mínima estabelecida pelo CONAMA nº430/2011. Em contrapartida, as demais cargas de efluente que não passam por tratamento não sofreriam abatimento de DBO.

Além disso, foi realizada uma estimativa com base na população inserida na bacia do Guandu. Por exemplo, a carga total gerada pela Barra do Pirai é de 4965,7 kg DBO/dia. Como apenas 32,3% da sua população está situada na Bacia do Guandu, foi considerado esta mesma porcentagem para estimar a carga total gerada pela porção do município localizado dentro dos limites da bacia, resultando em 1603,9 kg DBO/dia. A Tabela 11 abaixo apresenta as cargas totais geradas através desta estimativa para cada município.

Tabela 11 – Cargas totais DBO/dia estimadas para cada município.

Município	Carga Total Gerada ⁶ (kg DBO/dia)	% da População Residente na RH II (2010)	Carga Total Gerada (kg DBO/dia)
Barra do Pirai	4965,7	32,3%	1603,9
Eng. Paulo de Frontin	524,7	100,0%	524,7
Itaguaí	5960,0	100,0%	5960,0
Japeri	5313,2	100,0%	5313,2
Mangaratiba	1865,5	90,0%	1679,0
Mendes	963,1	90,8%	874,5
Miguel Pereira	1169,2	27,8%	325,0
Nova Iguaçu	42985,5	25,6%	11004,3
Paracambi	2328,6	100,0%	2328,6
Pirai	1167,8	69,6%	812,8
Queimados	7449,9	100,0%	7449,9
Rio Claro	755,6	94,8%	716,3
Rio de Janeiro	347215,8	17,0%	59026,7
Seropédica	3607,8	100,0%	3607,8
Vassouras	1278,3	1,5%	19,2
TOTAL	427550,7	-	101245,8

Fonte: Elaboração própria

A Tabela 12 apresenta a distribuição da carga orgânica gerada nos municípios referente à proporção populacional residente na Bacia do Guandu.

⁶ Os dados de carga total gerada por município são de 2013 e foram extraídos do Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas. (SNIRH).

Tabela 12 – Distribuição da carga orgânica gerada nos municípios - proporcional à população residente na RH II

Município	Carga Total Gerada	DISTRIBUIÇÃO DA CARGA GERADA				Carga Remanescente	Relação da Carga Remanescente com a Carga Gerada	Contribuição da Carga Remanescente do Município na Bacia do Guandu
		Coletada e Tratada	Solução Individual	Coletada e Não Tratada	Não Coletada e Não Tratada			
	(kg DBO/dia)	(kg DBO/dia)	(kg DBO/dia)	(kg DBO/dia)	(kg DBO/dia)	(kg DBO/dia)	(%)	(%)
Barra do Pirai	1603,9	272,7	184,4	1090,7	56,2	1329,7	82,9%	1,78%
Engenheiro Paulo de Frontin	524,7	0	137,8	207,5	179,3	442	84,2%	0,59%
Itaguaí	5960	0	535,7	4227,8	1196,5	5638,6	94,6%	7,56%
Japeri	5313,2	0	452,2	3215,4	1645,6	5041,9	94,9%	6,76%
Mangaratiba	1679	0	909,7	431,6	337,6	1133,1	67,5%	1,52%
Mendes	874,5	0	167,3	369,8	337,4	774,2	88,5%	1,04%
Miguel Pereira	325	122,7	106,1	0	96,3	151	46,5%	0,20%
Nova Iguaçu	11004,3	434,7	659,1	8258,7	1651,8	10217,7	92,9%	13,70%
Paracambi	2328,6	372,6	86,7	1024,6	844,8	1952,9	83,9%	2,62%
Pirai	812,8	303,8	79,6	427,7	1,7	567,5	69,8%	0,76%
Queimados	7449,9	0	1177,4	5038,2	1234,3	6743,5	90,5%	9,04%
Rio Claro	716,3	0	48,4	470,5	197,4	687,3	96,0%	0,92%
Rio de Janeiro	59026,7	39084,4	2451,8	9323,3	8167,1	36456,3	61,8%	48,87%
Seropédica	3607,8	0	269	2165,4	1173,4	3446,5	95,5%	4,62%
Vassouras	19,2	1,6	5	9,3	3,2	16,2	84,4%	0,02%
TOTAL	101245,8	40592,5	7270,1	36260,6	17122,5	74598,3	73,7%	-

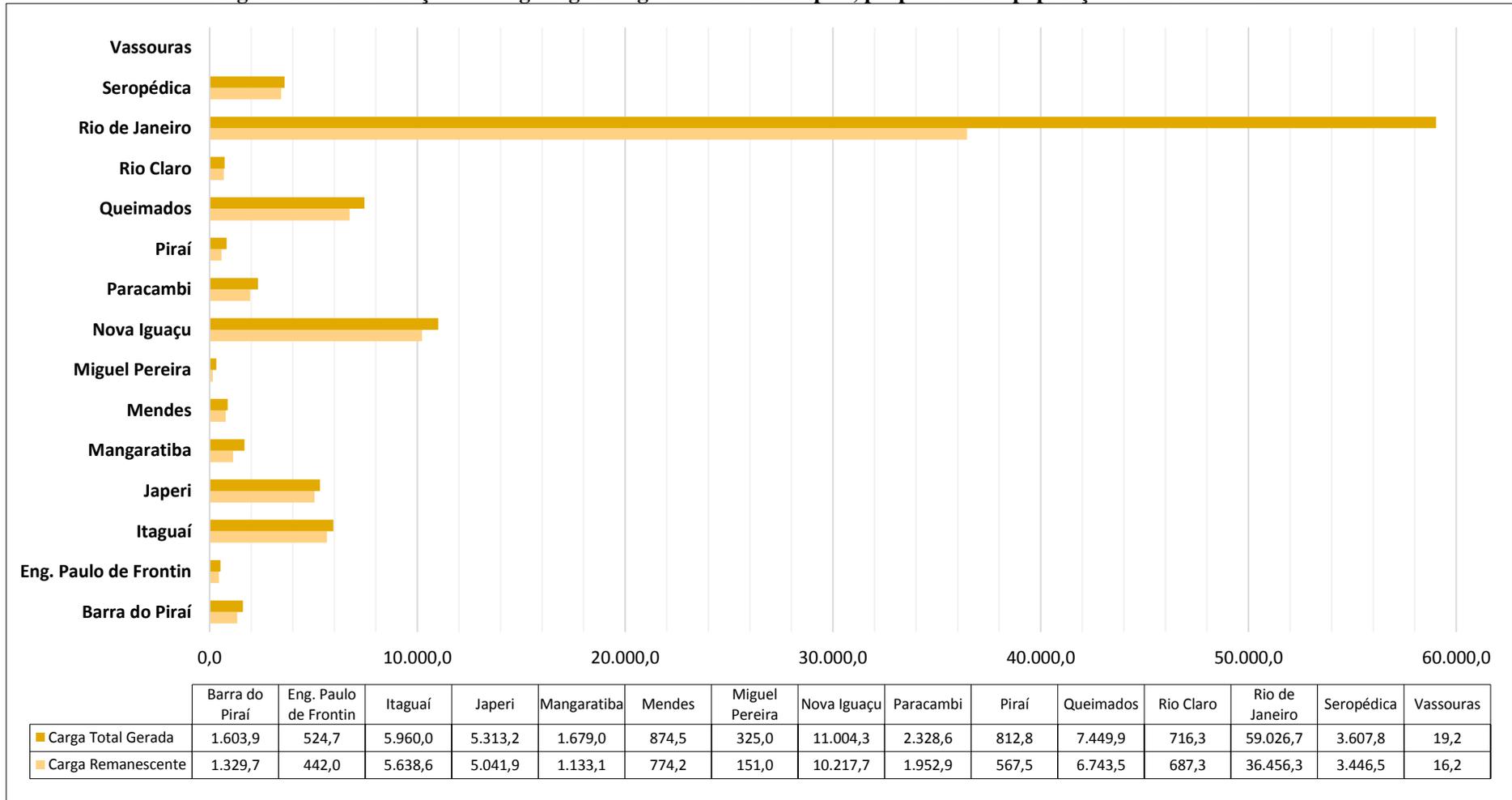
Fonte: Adaptado de (AGEVAP/PROFILL, 2017)

Através da estimativa realizada e apresentada na Tabela 12, foi elaborada uma distribuição da carga orgânica total gerada nos municípios pelo tipo de atendimento de esgotamento existente. Por fim, obteve-se a carga remanescente sendo esta o resultado da diferença entre a carga total gerada e as parcelas de DBO suprimidas de acordo com as premissas de redução vinculadas ao tipo de tratamento do efluente.

Levando em consideração a soma das cargas remanescentes de esgoto dos municípios da RH II, calculadas a partir da infraestrutura de coleta e tratamento existente e das considerações realizadas sobre o nível de eficiência, estima-se que cerca de 74,5 toneladas de DBO são lançados diariamente na Bacia do Guandu.

A Figura 16 apresenta a comparação entre a carga orgânica gerada e a carga remanescente de cada município. Através desta relação, podemos inferir que em média 73,7% das cargas geradas são lançadas nos corpos hídricos, ou seja, os sistemas de esgotamento sanitário dos municípios encontram-se deficitários de modo a não ter capacidade de tratar os esgotos produzidos e como solução estes efluentes são lançados nos cursos d'água sem tratamento prévio.

Figura 16 – Distribuição da carga orgânica gerada nos municípios, proporcional à população residente na RH II.



Fonte: Elaboração própria

A Tabela 13 expõe a correlação entre as cargas remanescentes dos municípios com o Índice da Qualidade da Água correspondente à estação de amostragem vinculada ao município.

Tabela 13 – Correlação das cargas remanescentes com a qualidade da água.

Município	Corpo Receptor	Estação de amostragem	IQA	Carga Remanescente (kg DBO/dia)
Queimados	Rio Queimados	QM 270	21,30	6743,5
Nova Iguaçu		QM 271	20,90	10217,7
Japeri	Rio Guandu	GN200	63,80	5041,9
Seropédica				3446,5
Mendes	Rio Santana	SN331	58,50	774,2
Miguel Pereira				151,0
Rio de Janeiro	Rio Guandu Mirim	GM180	28,10	36456,3
Nova Iguaçu				10217,7
Barra do Piraí	Rio Piraí	PI0241	38,20	1329,7
Piraí				567,5
Rio Claro				687,3
Paracambi	Rio Macaco	MC410	36,70	1952,9
Engenheiro Paulo de Frontin				442,0
Japeri	Rio Poços	PO290	30,60	5041,9
Japeri	Rio Santo Antônio	SA030	53,50	5041,9
Seropédica	Rio Piranema	PM360	30,20	3446,5
Rio de Janeiro	Rio Piraquê	PR000	26,70	36456,3
Rio de Janeiro	Rio Engenho Velho	EN670	30,30	36456,3
Itaguaí	Rios Caçãõ	CA140	47,30	5638,6
Itaguaí	Vale do Sangue	VS660	22,60	5638,6
Paracambi	Ribeirão das Lajes	LG350	73,10	1952,9
Paracambi	Ribeirão das Lajes	LG351	74,10	1952,9
Rio de Janeiro	Vale do Sangue	VS660	22,60	36456,3

Fonte: Elaboração própria

De acordo com a Tabela 12, a carga remanescente média na Bacia do Guandu é de 4973,2 kg DBO/dia e dos 15 municípios pertencentes a RH II, 5 excedem essa média, sendo estes: Itaguaí, Japeri, Nova Iguaçu, Queimados e Rio de Janeiro. Frente a isto, podemos identificar que as estações de amostragem classificadas com o IQA ruim condizem com os municípios de maiores taxas de cargas remanescentes em termos de DBO na bacia do Guandu.

O indicador DBO aponta para o atendimento da correlação apresentada e imagina-se que por conta da presença de elevadas cargas orgânicas na água, os

demais parâmetros que compõem o IQA acompanham o reflexo da deterioração da qualidade da água, impactando, dessa maneira, no IQA do corpo hídrico.

4.3.

Industrialização

Segundo a Resolução CERHI-RJ N° 221 (2020), define-se a utilização dos recursos hídricos para uso industrial como a utilização de matéria prima de produção ou insumo para o processo produtivo, bem como para resfriamento de ambiente, materiais e equipamentos, combate a incêndios, e também o uso da água em usinas termelétricas e nucleares entre outros.

Os efluentes líquidos industriais são originados pela utilização das águas nas diversas etapas como na lavagem das máquinas, tubulações e pisos; no sistema de resfriamento e geradores de vapor; nas etapas dos processos industriais ou na fabricação do próprio produto. A poluição proveniente dos efluentes líquidos industriais é caracterizada pela perda de energia, produtos e matérias-primas resultantes dos processos industriais e devem ser controladas principalmente por causa da contribuição que estes efluentes gerarão ao serem lançados nos corpos hídricos receptores (GIORDANO, 2004).

De acordo com o art. 32 da Resolução CONAMA n° 357 (2005), nas águas de classe especial⁷ é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados.

Em referência ao enquadramento dos corpos hídricos, a Resolução CERHI-RJ n° 127 (2014) aprova o enquadramento de corpos d'água em classes de uso para 24 trechos dos rios da Região Hidrográfica Guandu conforme apresentado no Quadro 5.

⁷ A definição da classe especial provém do enquadramento dos corpos hídricos cujo objetivo é estabelecer padrões de qualidade da água a ser seguido de acordo com os usos preponderantes pretendidos. A classe especial refere-se ao uso das águas destinadas para o abastecimento do consumo humano com desinfecção; preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral (SIGRH).

Quadro 5 – Classes de uso para corpos d'água da Região Hidrográfica Guandu

Bacia	Corpo hídrico	Trecho	Classe
Reservatório de Lajes	Reservatório de Lajes	Braços e afluentes de 1ª, 2ª e 3ª ordem do corpo principal	Especial
		Corpo principal (saída do canal de Tocos até a barragem)	Classe 1
Rio Santana	Rio Santana	Da nascente até confluência com o rio São João da Barra e afluentes	Classe 1
	Rio Falcão	Da nascente até a foz no rio Santana	Classe 1
	Rio Vera Cruz	Da nascente até a foz no rio Santana	Classe 1
	Rio Santana	Da confluência com o rio São João da Barra até a foz	Classe 2
	Rio São João da Barra	Da nascente até a foz no rio Santana	Classe 2
	Rio Santa Branca	Da nascente até a foz no rio Santana	Classe 2
	Rio Cachoeirão	Da nascente até a foz no rio Santana	Classe 2
	Córrego João Correia	Da nascente até a foz no rio Santana	Classe 2
Rio São Pedro	Canal Paes Leme	Da nascente até a foz no rio Santana	Classe 2
	Rio São Pedro	Da nascente até a foz no rio Santana	Especial
Rio Poços	Rio São Pedro	Jusante limite reserva Tinguá até a foz	Classe 2
	Rio D'ouro	Da nascente até limite da reserva Tinguá	Especial
Rio Ipiranga	Rio Santo Antônio	Da nascente até limite da reserva Tinguá	Especial
	Rio Cabuçu	Da nascente até o limite da APA Gericinó - Mendanha	Classe 1
Ribeirão das Lajes (Reservatório das Lajes - confluência com o Rio Macaro)	Ribeirão das Lajes	Barragem das Lajes – Confluência com o rio Macaco	Classe 2
	Rio Cacaria	Da nascente até a foz no Ribeirão das Lajes	Classe 1

Fonte: CERHI (2014)

Conforme apresentado no Quadro 5 podemos inferir que a maior parte dos corpos hídricos que passaram pelo enquadramento da Bacia do Guandu são definidos como classes 1 ou 2 sendo ambas qualificadas para abastecimento humano, no entanto, a primeira permite que haja um tratamento simplificado enquanto a segunda exige o tratamento convencional. Além desta diferenciação, os corpos hídricos considerados como classe 1 podem ser destinados à proteção de comunidades aquáticas em terras indígenas, por outro lado a classe 2 pode ser vinculada às atividades de aquicultura e pesca. De modo geral, partindo da premissa que o enquadramento classifica os corpos hídricos de acordo com seu uso visando garantir a qualidade da água para aquele determinado fim, concluímos que os 24 trechos enquadrados são de alguma maneira destinados para o abastecimento humano que em alguns pontos demandam maior rigor no tratamento para o consumo, corroborando com a importância e a dependência da população destes corpos hídricos para manutenção das atividades rotineiras. No entanto, vale

destacar os corpos hídricos qualificados como classe especial que como apresentando anteriormente, não podem receber nenhum efluente industrial.

Segundo o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) – ferramenta do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos cujo objetivo é armazenar as informações referentes aos usuários de águas superficiais ou subterrâneas seja na maneira de captação, lançamento dos demais efluentes e os demais usos que interferem diretamente nos corpos hídricos – é possível identificar os corpos hídricos que recebem os efluentes industriais provenientes dos pontos de interferência de lançamento cadastrados (CBH GUANDU-RJ, s.d.).

O cadastro dispõe informações apenas dos usuários que possuem outorga de uso, certidão de uso insignificante⁸ ou que estão em processo de análise, ou seja, são considerados apenas os cadastros de pontos de interferência regularizados ou em processo de regularização (CBH GUANDU-RJ, s.d.).

A Tabela 14 aponta a quantidade de pontos de interferência, sendo estes de captação ou lançamento referentes ao setor industrial que estão cadastrados na Região Hidrográfica do Guandu (CBH GUANDU-RJ, s.d.).

Tabela 14 – Pontos de interferência cadastradas na RH II

Municípios	Pontos De Captação	Pontos De Lançamento	Corpos De Lançamento
Engenheiro Paulo De Frontin	4	1	Rio Santana
Itaguaí	17	3	Rio Mazomba
Japeri	6	0	-
Miguel Pereira	6	0	-
Paracambi	7	1	Rio Macaco
Piraí	1	1	Canal do Vigário
Queimados	30	5	Rio Sarapó Rio Douro
Seropédica	25	2	Rio Piranema Rio Queimados
Total de Pontos de Interferência	96	13	-

Fonte: (CBH GUANDU-RJ)

De acordo com a Tabela 14, podemos identificar 109 pontos de interferência cadastrados na Região Hidrográfica Guandu sendo divididos em 96 pontos voltados

⁸ De acordo com a Lei 5.243 de 2008 são considerados usos insignificantes de recursos hídricos de domínio estadual para fins de outorga e cobrança: as derivações e captações para usos de abastecimento público, usos industriais ou na mineração, usos agropecuários e usos de aquicultura com vazões de até 0,4 l/s com seus efluentes correspondentes; uso de água para geração de energia elétrica em pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) com potência instalada inferior a 1 MW; as extrações de água subterrânea inferiores ao volume diário equivalente a 5.000 litro e respectivos efluentes exceto para o produtor rural que tem possui o direito de uma vazão de até 0,4 l/s com seus respectivos efluentes (ANA).

para captação e 13 referentes ao cadastro de lançamento. Através da diferença entre os números de pontos de captação e de lançamentos, identificamos que o cadastro de lançamento não possui informação de todas as indústrias que constam no cadastro de captação podendo ser justificado pela não regularização das indústrias em termos do lançamento de efluentes, porém é possível identificar 2 corpos hídricos definidos como pontos de lançamento de efluentes industriais e que são qualificados como classe especial.

Assim como o Rio Santana, o Rio D'ouros é considerado como classe especial em algum segmento ao longo da sua extensão, sendo assim válido investigar se o ponto de lançamento dos efluentes coincide com o trecho definido como especial. Da mesma maneira deve ser feito para os demais corpos receptores que podem ter classificações diferentes ao longo da sua extensão e assim necessitar de precauções singulares de acordo com os usos pretendidos.

De toda forma, o que podemos inferir é que os corpos receptores acabam muitas vezes recebendo influência de mais de uma indústria e a degradação dos mesmos está vinculada ao tipo e vazão do efluente lançado, além da sua capacidade de autodepuração.

Para avaliação da contribuição das cargas industriais para a poluição da bacia hidrográfica do Guandu, foi utilizada a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) como parâmetro de análise. Para a identificação das cargas remanescentes em termos de DBO nos municípios foi utilizado a base de dados das cargas remanescentes industriais por UHP do PERH Guandu (AGEVAP/PROFILL, 2017). Para tal identificação, foram realizadas estimativas das cargas correspondentes aos municípios com base na porção das áreas das UHPs inseridas no município em questão. A Tabela 15 apresenta a carga remanescente total por município através das estimativas e considerações estabelecidas.

Tabela 15 – Carga remanescente de DBO/dia estimada por município da RH II.

Município	UHP	Área da UHP (km ²)	Área da UHP no município	Carga remanescente Total por UHP (kg DBO/dia)	Carga remanescente da parcela da UHP no Município (kg DBO/dia)	Carga industrial estimada remanescente total por Município (kg DBO/dia)
Barra do Pirai	Rio Pirai - res. Santana e afluentes	421,62	11,01%	2571,70	283,23	283,23
Engenheiro Paulo de Frontin	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	345,42	5,91%	23,04	1,36	606,88
	Rio Pirai - res. Santana e afluentes	421,62	23,55%	2571,70	605,51	
	Rios Santana e São Pedro	424,65	4,41%	0,02	0,00	
Itaguaí	Bacias Litorâneas (MD)	287,58	3,53%	0,00	0,00	262,07
	Canal de São Francisco	41,19	9,56%	12,32	1,18	
	Ilhas e Restinga de Marambaia	94,12	7,33%	0,00	0,00	
	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	345,42	15,94%	23,04	3,67	
	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	320,70	0,06%	0,00	0,00	
	Rio da Guarda	393,08	52,05%	492,08	256,14	
	Rio Guandu-Mirim	263,05	0,04%	2442,77	1,08	
Japeri	Rios Queimados e Ipiranga	250,29	19,98%	1075,44	214,83	353,37
	Rio Guandu	63,69	10,18%	1360,38	138,54	
	Rios Santana e São Pedro	424,65	5,93%	0,02	0,00	
Mangaratiba	Bacias Litorâneas (MD)	287,58	95,97%	0,00	0,00	0,09
	Ilhas e Restinga de Marambaia	94,12	75,56%	0,00	0,00	
	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	320,70	1,87%	0,00	0,00	
	Rio da Guarda	393,08	0,02%	492,08	0,09	
	Rio Pirai - montante res. Santana	592,00	0,02%	0,00	0,00	
Mendes	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	345,42	0,02%	23,04	0,00	446,29
	Rio Pirai - res. Santana e afluentes	421,62	17,35%	2571,70	446,29	
Miguel Pereira	Rios Santana e São Pedro	424,65	59,17%	0,02	0,01	0,01
Nova Iguaçu	Rios Queimados e Ipiranga	250,29	51,35%	1075,44	552,26	1114,82
	Canal de São Francisco	41,19	2,62%	12,32	0,32	
	Rio Guandu	63,69	5,76%	1360,38	78,42	
	Rio Guandu-Mirim	263,05	19,81%	2442,77	483,81	
	Rios Santana e São Pedro	424,65	18,05%	0,02	0,00	
Paracambi	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	345,42	43,15%	23,04	9,94	12,39

Município	UHP	Área da UHP (km ²)	Área da UHP no município	Carga remanescente Total por UHP (kg DBO/dia)	Carga remanescente da parcela da UHP no Município (kg DBO/dia)	Carga industrial estimada remanescente total por Município (kg DBO/dia)
Paracambi	Rio Guandu	63,69	0,02%	1360,38	0,28	12,39
	Rio Pirai - res. Santana e afluentes	421,62	0,08%	2571,70	2,16	
	Rios Santana e São Pedro	424,65	9,77%	0,02	0,00	
Pirai	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	345,42	28,56%	23,04	6,58	1157,28
	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	320,70	3,17%	0,00	0,00	
	Rio da Guarda	393,08	0,01%	492,08	0,07	
	Rio Pirai - res. Santana e afluentes	421,62	44,74%	2571,70	1150,64	
	Rio Pirai - montante res. Santana	592,00	14,91%	0,00	0,00	
	Rios Queimados e Ipiranga	250,29	28,65%	1075,44	308,10	
Queimados	Rio Guandu	63,69	6,23%	1360,38	84,75	392,86
	Rios Queimados e Ipiranga	250,29	28,65%	1075,44	308,10	
Rio Claro	Bacias Litorâneas (MD)	287,58	0,13%	0,00	0,00	0,13
	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	345,42	0,11%	23,04	0,02	
	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	320,70	94,90%	0,00	0,00	
	Rio da Guarda	393,08	0,02%	492,08	0,11	
	Rio Pirai - montante res. Santana	592,00	84,77%	0,00	0,00	
Rio de Janeiro	Bacias Litorâneas (ME)	213,98	99,74%	552,30	550,87	2521,76
	Canal de São Francisco	41,19	56,25%	12,32	6,93	
	Ilhas e Restinga de Marambaia	94,12	14,23%	0,00	0,00	
	Rio da Guarda	393,08	1,92%	492,08	9,43	
	Rio Guandu-Mirim	263,05	80,01%	2442,77	1954,53	
Seropédica	Canal de São Francisco	41,19	31,47%	12,32	3,88	1292,43
	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	345,42	6,32%	23,04	1,46	
	Rio da Guarda	393,08	45,91%	492,08	225,92	
	Rio Guandu	63,69	77,80%	1360,38	1058,39	
	Rio Guandu-Mirim	263,05	0,11%	2442,77	2,79	
Vassouras	Rio Pirai - res. Santana e afluentes	421,62	3,26%	2571,70	83,87	83,87
	Rios Santana e São Pedro	424,65	2,39%	0,02	0,00	

Fonte: Elaboração própria

Através do exposto na Tabela 15 foi elaborada a Tabela 16, que expõe o resumo de carga estimada remanescente total por município (em DBO/dia) na RH II.

Tabela 16 – Resumo de carga estimada remanescente total por município da RH II.

Município	Carga estimada remanescente total por Município (kg DBO/dia)	Contribuição do Total
Barra do Pirai	283,23	3,3%
Engenheiro Paulo de Frontin	606,88	7,1%
Itaguaí	262,07	3,1%
Japeri	353,37	4,1%
Mangaratiba	0,09	0,0%
Mendes	446,29	5,2%
Miguel Pereira	0,01	0,0%
Nova Iguaçu	1114,82	13,1%
Paracambi	12,39	0,1%
Pirai	1157,28	13,6%
Queimados	392,86	4,6%
Rio Claro	0,13	0,0%
Rio de Janeiro	2521,76	29,6%
Seropédica	1292,43	15,2%
Vassouras	83,87	1,0%

Fonte: Elaboração própria

De acordo com as estimativas realizadas é possível identificar que os municípios do Rio de Janeiro, Seropédica, Pirai e Nova Iguaçu são, nesta ordem os municípios que apresentam maiores concentrações de cargas remanescentes e juntos representam 71% da carga remanescente na Bacia Guandu. No entanto, alguns municípios como Mangaratiba, Miguel Pereira, Paracambi e Rio Claro possuem contribuição nula e isso pode ser justificado pelo tipo e vazão dos efluentes, capacidade de autodepuração dos corpos hídricos ou até mesmo a possibilidade das indústrias localizadas nestes municípios lançarem seus efluentes em corpos hídricos localizados em outros municípios. O gráfico da Figura 17 ilustra a participação de cada município em relação à carga total de remanescentes industriais da Bacia Guandu.

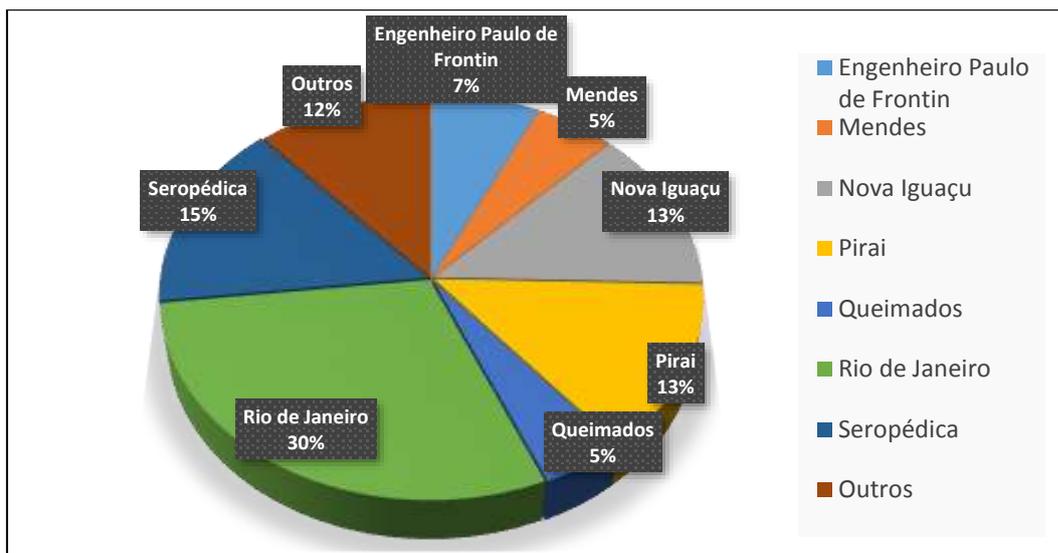


Figura 17 – Contribuição da carga remanescente nos municípios para a Bacia do Guandu.

Fonte: Elaboração própria

A fim de correlacionar as cargas remanescentes com o Índice da Qualidade da Água, a Tabela 17 apresenta a associação do IQA das estações de amostragem com a carga remanescente do município correspondente ao ponto amostrado.

Os municípios com altas cargas remanescentes apontam de fato para IQA baixos, ou seja, sugerem que os corpos hídricos que recebem elevadas taxas de cargas orgânicas possuem uma depreciação na qualidade da água. Contudo, apesar do tipo do efluente influenciar na qualidade da água presente no corpo receptor, a correlação da taxa de carga orgânica com a qualidade da água não deve ser interpretada como uma regra, pois conforme mencionado anteriormente o índice da qualidade é resultado do agrupamento de diversas variáveis e além disso, as características do corpo receptor como sua capacidade de depuração influenciam na sua condição final.

Tabela 17 – Correlação das cargas industriais remanescentes com a qualidade da água.

Município	Corpo Receptor	Estação de amostragem	IQA	Carga Remanescente da % Inclusa na UHP (kg DBO/dia)
Queimados	Rio Queimados	QM 270	21,3	392,86
Nova Iguaçu		QM 271	20,9	1114,82
Japeri	Rio Guandu	GN200	63,8	353,37
Seropédica		GN200		1292,43
Mendes	Rio Santana	SN331	58,5	446,29
Miguel Pereira				0,01
Rio de Janeiro	Rio Guandu Mirim	GM180	28,1	2521,76
Nova Iguaçu				1114,82

Município	Corpo Receptor	Estação de amostragem	IQA	Carga Remanescente da % Inclusa na UHP (kg DBO/dia)
Barra do Pirai	Rio Pirai	PI0241	38,2	283,23
Pirai				1157,28
Rio Claro				0,13
Paracambi	Rio Macaco	MC410	36,7	12,39
Engenheiro Paulo de Frontin				606,88
Japeri	Rio Poços	PO290	30,6	353,37
Japeri	Rio Santo Antônio	SA030	53,5	353,37
Seropédica	Rio Piranema	PM360	30,2	1292,43
Rio de Janeiro	Rio Piraquê	PR000	26,7	2521,76
Rio de Janeiro	Rio Engenho Velho	EN670	30,3	2521,76
Itaguaí	Rios Cação	CA140	47,3	262,07
Itaguaí	Vale do Sangue	VS660	22,6	262,07
Paracambi	Ribeirão das Lajes	LG350	73,1	12,39
Paracambi	Ribeirão das Lajes	LG351	74,1	12,39
Rio de Janeiro	Vale do Sangue	VS660	22,6	2521,76

Fonte: Elaboração própria

Os indicadores de modo geral permitem uma análise individual do objeto de estudo possibilitando a avaliação e a decisão de diferentes soluções e ações cabíveis a serem implantadas para uma melhoria de gestão.

Os indicadores considerados no presente trabalho apontam diferentes características e estruturas municipais associadas à Bacia Guandu, o que por sua vez reforça a concepção de que os municípios apresentam configurações particulares. Desta forma, entende-se que devem ser adotadas diferentes estratégias de ação visando a melhoria da gestão da bacia quando se busca por um planejamento mais ampliado e que tenha como premissa de se analisar o recorte sob uma perspectiva totalizante.

A parametrização dos indicadores com a qualidade da água, por exemplo, propôs apontar exemplos de correlações que permitissem a identificação comportamental dos municípios quando avaliados sob um determinado aspecto. Durante este exercício, tornou-se possível identificar a importância dos indicadores no questionamento e análise crítica da unidade analítica em questão e identificaram-se oportunidades de explorar outras variáveis como as atividades de mineração por possuírem potencial poluidor, os parâmetros de taxas de erosão, desmatamento, escoamento superficial, índices de inundações entre outros e desenvolver outros

indicadores a fim de atender às condições particulares dos municípios sob a concepção da gestão hídrica regional.

As correlações estabelecidas reforçam que os indicadores enquanto ferramentas de gestão auxiliam na percepção da configuração municipal sob determinado aspecto, ao mesmo tempo corroboram com a concepção de que os elementos interagem e geram relação de dependência independente dos limites político-administrativos impostos, no caso os municípios. Por exemplo, as estações de amostragem utilizadas para avaliação do IQA recebem muitas vezes influência de vários municípios e isto gera uma complexidade ao estabelecer uma relação direta de algum dos municípios que contribuem com a sua condição. Acredita-se que perante a esta conjuntura, a solução para uma melhora na gestão hídrica da bacia esteja vinculada as articulações políticas heterogêneas e, ao mesmo tempo, articuladas em busca do bem comum.

Diante das particularidades de cada município (forças e fraquezas, oportunidades e ameaças) entende-se que para uma eficiente gestão hídrica regional da bacia a implantação de um sistema de cobranças políticas entre os municípios possa trazer benefícios para a bacia hidrográfica como um todo.

5.

Considerações Finais

A utilização da bacia hidrográfica como unidade de planejamento é um conceito consolidado e firmado por diferentes legislações que compõem a gestão hídrica. Desde a visão macro com a organização nacional até a gestão das pequenas esferas como os municípios, podemos citar diversas leis, entidades e agentes que formalizam e corroboram a bacia hidrográfica como unidade analítica de planejamento. Este conceito surgiu e se mantém aplicável até hoje, pois a bacia hidrográfica é considerada como elemento geomorfológico que abrange a conectividade entre os diferentes atores, elementos e meio ao longo de toda sua extensão.

Ao mesmo tempo, a adoção da bacia hidrográfica enquanto unidade de planejamento encontra adversidades com outros conceitos universalmente consolidados na gestão dos espaços como por exemplo a definição dos limites político-administrativos como os países, estados e municípios que permeia ao longo dos anos como as unidades analíticas para as definições legislativas, consultivas e deliberativas. É possível elucidar esta discussão quando mencionamos por exemplo os instrumentos de gestão como os Planos Diretores, Planos de Saneamento Municipal e Planos de Mobilidade Urbana que estabelecem, fortalecem e restringem as zonas de planejamento e gestão dentro dos limites político-administrativos estabelecidos.

Os entraves encontrados são justificados pela incompatibilidade das unidades analíticas, uma vez que falamos de gestão hídrica, englobamos o vínculo com as demais legislações que pelo fato destas utilizarem os limites político-administrativos como base de gestão promovem maior complexidade na eficiente da gestão hídrica.

Para melhor compreensão da funcionalidade da bacia hidrográfica, foi escolhida como estudo de caso a Bacia Hidrográfica Guandu. Esta bacia apresenta 15 municípios dos quais apenas 6 estão inseridos totalmente dentro dos limites da bacia. Pelo fato de integrarmos um conjunto de municípios que contribuem parcialmente, encontramos um grau de dificuldade maior uma vez que desta maneira a gestão municipal não entende a participação do município em mais de

uma bacia hidrográfica, mas considera seu planejamento como uma única unidade de gestão.

Através do diagnóstico realizado no capítulo 3, é possível inferirmos que de acordo com as características físicas, bióticas e sócio econômicas os municípios divergem entre si, mas estabelecem relações de dependência uma vez que os corpos hídricos que o abastecem recebe contribuições de municípios vizinhos, ou pelo fato por exemplo de seus pontos de lançamento serem locados não em seu território, mas sim em outro município, pois este apresenta uma melhor estrutura.

Podemos citar como principal característica da Bacia Hidrográfica Guandu a sua responsabilidade no abastecimento de 9 milhões de habitantes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Esta habilidade somente tornou-se possível após a transposição do Rio Paraíba do Sul e do Rio Pirai para a bacia do Rio Guandu cuja manobra garantiu ao Rio Guandu o aumento da vazão média de 25 m³/s para 181 m³/s. A transposição é um exemplo da existência e necessidade de uma gestão integrada, pois a manutenção do abastecimento da Metrópole do Rio de Janeiro e demais municípios envolve a contribuição do Rio Paraíba do Sul cuja gestão pertence a um outro Comitê de Bacia. Dessa forma, a transposição proporciona o compartilhamento de decisões entre o Comitê Guandu, CEIVAP, SERLA e ANA. Assim, convém afirmamos que de maneira geral o condicionamento da Bacia Hidrográfica Guandu reúne em si diversos conflitos de interesse, uma vez que para garantir a contribuição no abastecimento de milhões de habitantes conta com a participação de diferentes agentes e esferas administrativas.

Através da caracterização dos municípios frente ao uso e cobertura do solo identificamos que 43,23% da área da RH II é caracterizada por floresta enquanto a área urbana compreende uma porcentagem de 12,33%, mesmo que a taxa de urbanização da bacia conforme apresentado na tabela 1 seja de 97,8%. Em referência a existência de fragmentos florestais identificou-se que 59% na bacia possuía uma classificação de muita alta conectividade o que reforça a capacidade de regeneração e necessidade de conservação. Além disto, observou-se a distribuição das vazões de captação e retorno de cada município frente aos usos preponderantes da bacia. Através deste levantamento, pode-se inferir que o município que possui maior demanda e que mais contribui com vazões de captação e lançamento para a bacia é o Rio de Janeiro.

Através do índice de atendimento total da água identificamos que os municípios possuem atendimento próximo ou superior a 70% da população com exceção de Engenheiro Paulo de Frontin que apresenta um índice de atendimento de 51,2%. No entanto, ao avaliarmos os índices referentes ao esgotamento sanitário, observamos algumas deficiências no sistema do saneamento básico dos municípios. Os índices de coleta de esgoto variam bastante, apontando que apenas Paracambi garante uma cobertura de coleta de 100% do esgoto gerado. Em contrapartida, a maioria dos municípios não trata o esgoto coletado sendo este lançado *in natura* nos corpos hídricos ou nas galerias pluviais.

Por meio do diagnóstico realizado foi possível reconhecer a dinâmica físico-biótica social dos municípios e inferir a concepção dos mesmos como esferas únicas que através de seus atributos e limitações possuem diferentes influências sobre a bacia hidrográfica.

A fim de identificar maneiras que auxiliem na gestão regional da bacia hidrográfica, foram realizadas algumas correlações entre indicadores existentes com o Índice da Qualidade da Água. As variáveis escolhidas para serem parametrizadas com o IQA foram: área verde, esgotamento sanitário e industrialização.

De maneira geral, foi possível inferir que as três variáveis utilizadas para parametrização podem ser correlacionadas com a qualidade da água uma vez que o condicionamento da cobertura vegetal, do sistema de esgotamento sanitário e a industrialização dos municípios infiram sobre os processos físico-químicos do ecossistema. Contudo, entende-se que seja importante também uma análise das demais variáveis que agregam no IQA dos corpos hídricos a fim de compreender os maiores entraves na obtenção da qualidade da água para o abastecimento público.

Os indicadores utilizados permitiram uma análise do desempenho dos municípios e ao mesmo tempo corroboraram com a concepção de que os mesmos devem obter planejamentos e ações individualizados de forma a incluir as especificidades que cada um possui sejam estas a dependência do ponto de abastecimento, a locação de pontos de lançamento de efluentes em comum, o compartilhamento territorial com mais de uma bacia hidrográfica, a ausência ou deficiência de um sistema de esgotamento sanitário, entre outros.

Ao pensar no planejamento regional da bacia hidrográfica entende-se que a concepção do seu desempenho deva estar atrelada ao equilíbrio do ecossistema

como um todo. Assim a divergência entre a participação dos municípios deve ser superada através de articulações políticas sendo estas motivadas pelo bem comum. Acredita-se que a implantação de um sistema de cobranças políticas entre os municípios possa auxiliar no alcance da gestão hídrica regional da bacia. Imagina-se também que este sistema deva ser baseado nos atributos e deficiências característicos de cada município visando possibilitar através do estabelecimento de trocas de benefícios a equidade no condicionamento hídrico.

6.

Referências bibliográficas

AGEVAP/INEA - ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL; INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Conectividade Estrutural dos Remanescentes Florestais (2010). **CBH-Guandu**, mai. 2016. Disponível em: <http://sigaceivap.org.br:8080/publicacoesArquivos/guandu/arq_pubMidia_CBH_GUANDU_Conectividade_Estrutural_dos_Remanescentes_Florestais_Plano_de_Contigencia_INEA_2010.pdf>.

Acesso em: 12 jul. 2020. Projetado por K2 Sistemas.

AGEVAP/MMA - ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Unidades de Conservação. **CBH Guandu**, 2016. Disponível em: <http://sigaceivap.org.br:8080/publicacoesArquivos/guandu/arq_pubMidia_CBH_GUANDU_Unidades_de_Conservacao_MM A.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2020. Projetado por K2 Sistemas.

AGEVAP/PROFILL - ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL; PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE. **Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Guandu, da Guarda e Guadu-Mirim: relatório de diagnóstico**. [S.l.], p. 554. 2017. Documento elaborado pela PROFILL Engenharia e Ambiente.

AITH, F. M. A.; ROTHBARTH, R. O estatuto jurídico das águas no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 29, n. 84, p. 163-177, 2015.

ALLEN, W. L. The Conservation Fund (referenced in WRI, Natural Infrastructure—Investing in Forested Landscapes for Source Water Protection in the United States). **World Resources Institute**, 2013. Disponível em: <https://files.wri.org/s3fs-public/wri13_report_4c_naturalinfrastructure_v2.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2020.

ALVIM, A. T. B.; BRUNA, G. C.; KATO, V. R. C. Políticas ambientais e urbanas em áreas de mananciais: interfaces e conflitos. **Cardernos MetrÓpole**, n. 19, 2008. 143-164.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Índices de Qualidade das Águas. **Portal da Qualidade das Águas**, 2004. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas>>. Acesso em: 01 jul. 2020.

_____. **Planos de Recursos Hídricos e Enquadramento dos Corpos de Água**. Brasília: ANA, 2013.

_____. Sobre a ANA, 2019. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/acesso-a-informacao/institucional/sobre-a-ana>>.

_____. **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas**. ANA. Brasília, p. 88. 2017. (978-85-8210-050-9).

ANA/MMA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-mirim: relatório síntese**. Brasília - DF, p. 171. 2009.

ARAÚJO, B.; ALENCAR, E. Falta de ‘plano B’ põe em risco abastecimento de água do Rio. **O Eco**, 2020. Disponível em: <<https://www.oeco.org.br/reportagens/falta-de-plano-b-poe-em-risco-abastecimento-de-agua-do-rio/>>. Acesso em: 5 mai. 2020.

BAPTISTA, M.; CARDOSO, A. Rios e Cidades: uma longa e sinuosa história. **UFMG**, Belo Horizonte, v. 20, n. 2, jul./dez. 2013. p. 124-153.

BARBOSA, E. M.; BARBOSA, M. F. N. Direito de águas. Arranjo jurídico-institucional, política e gestão. **Revista de Informação Legislativa**, Brasília - ano 49, n. 194, p. 147-159, abr./jun. 2012.

BARROS, A. B.; BARROS, A. M. A. A difícil aplicabilidade da política de águas no Brasil. **Revista Científica Internacional**, p. 22, Maio/Junho 2009.

BITTENCOURT, V.; PEREIRA, D. E. S. A evolução legislativa brasileira frente à problemática da água. **Revista Brasileira de Direito**, v. 10, n. 1, p. 95-105, nov. 2014.

BRASIL. Lei nº 3.071, de 1 de janeiro de 1916. Código Civil dos Estados Unidos do Brasil. **Câmara dos Deputados**, Brasília, 5 jan. 1916. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1910-1919/lei-3071-1-janeiro-1916-397989-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 16 mar 2019.

_____. Decreto n 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas. **Presidência da República do Brasil**, Rio de Janeiro, 10 jun. 1934.

Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D24643.htm>. Acesso em: 10 mar. 2019.

_____. Decreto nº 18.588, de 11 de Maio de 1945. Autoriza a Companhia de Carris, Luz e Força do Rio de Janeiro, Limitada, a ampliar progressivamente o aproveitamento já realizado na Usina de Ribeirão das Lages. **Câmara dos Deputados.**, 1945. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1940-1949/decreto-18588-11-maio-1945-463073-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 11 abr. 2020.

_____. Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988. **Presidência da República do Brasil**, Brasília, DF, 1988. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 16 fev. 2019.

_____. 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. **Presidência da República do Brasil**, Brasília, DF, 8 jan. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm>. Acesso em: 10 mar 2019.

_____. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Presidência da República do Brasil.**, 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm> . Acesso em: 16 abr. 2020.

_____. Lei n 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. **Presidência da República**, 10 jan. 2002. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110406.htm>. Acesso em: 13 abr. 2019.

_____. **Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB**. Ministério das Cidades e Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília. 2014.

_____. Lei nº 14.026 de 15 de Julho de 2020: atualiza o marco legal do saneamento básico e estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. **Presidência da República do Brasil**, 2020. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm>. Acesso em: 12 ago. 2020.

_____. Resolução nº430, de 13 de maio de 2011. **CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente.**

CARDOSO, M. L. M. Desafios e Potencialidades dos Comitês de Bacias Hidrográficas. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 55, n. 4, out./dez. 2003.

CARVALHO, R. G. As bacias hidrográficas como unidades de planejamento e saneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, Especial, n. 36, 2014. 26-43.

CASTRO, C. M.; FERREIRINHA, M. M. A problemática ambiental na bacia hidrográfica do Rio Guandu: desafios para a gestão dos recursos hídricos. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 2, 2012. p. 71-77.

CBH GUANDU/AGEVAP - COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO GUANDU; ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. Plano de Contingência para Abastecimento de Água. **Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim**, p. 82, 2015. Disponível em: <<http://comiteguandu.org.br/downloads/plano-de-contingencia-resumo-executivo.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2019. Elaboração e execução por: DRZ - Geotecnologia e Consultoria S/S Ltda.

CBH GUANDU/IBGE - COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO GUANDU; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Setores Censitários 2010. **CBH Guandu - PERH 2018**, 2019. Disponível em: <http://sigaceivap.org.br:8080/publicacoesArquivos/guandu/arq_pubMidia_setorescensitarios2010guandu.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2020. Projetado por K2 Sistemas.

CBH GUANDU-RJ - COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO GUANDU. Cadastro de Usuários. **Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim**. Disponível em: <<http://www.comiteguandu.org.br/cadastro-usuarios.php>>. Acesso em: 28 jul 2020.

CEAPM - COMUNIDADE DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM PLANEJAMENTO DE UC. Compilação dos conteúdos produzidos no âmbito da CEAPM. **Ministério do Meio Ambiente**, 2015. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80255/Sintese_Aprendizados_Comunidade_de_Ensino_e_Aprendizagem_em_Planejamento_de_UC.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2020.

CEDAE - COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS. Livreto – ETA Guandu, Rio de Janeiro, p. 16. Disponível em:

<https://www.cedae.com.br/Portals/0/ETA_Guandu.pdf>. Acesso em: 16 out. 2019.

CEDAE/AGRAR - COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS; AGRAR CONSULTORIA E ESTUDOS TÉCNICOS. **EIA/RIMA das Obras de Proteção da Tomada D'água da CEDAE no Rio Guandu.** [S.l.]. 2009.

CERHI-RJ. Resolução CERHI-RJ N° 127, 27 de agosto de 2014. Aprova o enquadramento de corpos d'água em classes de uso para 24 trechos de rio da Região Hidrográfica Guandu. **Diário Oficial do Município do Rio de Janeiro**, 15 set. 2014. Disponível em: <<http://comiteguandu.org.br/resolucoes/2014/cerhi/127.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2020.

_____. Resolução N° 107, de 22 de maio de 2013. Aprova nova definição das regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, 12 jun. 2013. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mdq4/~edisp/inea0048930.pdf>>. Acesso em : 23 mai. 2020.

_____. Resolução CERHI-RJ N° 221, de 29 de janeiro de 2020. Revoga a resolução CERHI-RJ N° 09/2003 e estabelece critérios gerais sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro. **Diário Oficial do Município do Rio de Janeiro**, 28 fev. 2020. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2020/03/Res_CERHI_221_Aprov29jan20.pdf>. Acesso em: 18 jul 2020.

CNRH. RESOLUÇÃO n 32, de 15 de outubro de 2003. **CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS-CNRH**, 2003. Disponível em: <<http://www.cnrh.gov.br/divisao-hidrografica-nacional/74-resolucao-n-32-de-15-de-outubro-de-2003/file>>. Acesso em: 11 mai 2019.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução N° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Ministério do Meio Ambiente**, 2005. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 13 jul. 2020.

- CUNHA, E. C. N.; VEIGA, A. P.; KELMAN, J. Domínio e competência sobre os recursos hídricos no Brasil. **Revista Justiça e Cidadania**, Rio de Janeiro, n. 45, abr. 2004.
- DARONCO, G. C. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA NO TRATAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS: das primeiras legislações até a Constituição Federal de 1988. **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Bento Gonçalves/RS, Novembro 2013. 7 p.
- DIGAT - DIRETORIA DE GESTÃO DAS ÁGUAS E DO TERRITÓRIO. Planejamento e gestão de recursos hídricos. **Boletim Águas & Território**, n. 9, jan. 2015. 9 p.
- FADUL, E.; VITORIA, F. F. T.; CERQUEIRA, L. S. A Agência Nacional de Águas e a Regulação de Recursos Hídricos. **XXXVII EnNPAD**, Rio de Janeiro, RJ, 7-11 set. 2013. 16 p.
- GALVÃO, J.; BERMANN, C. Crise hídrica e energia: conflitos no uso múltiplo das águas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 29, n. 84, p. 43 - 68, 2015.
- GIORDANO, G. Tratamento e controle de efluentes industriais. **ABES**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 76, 2004.
- GORSKI, M. C. B. **Rios e cidades: ruptura e reconciliação**. Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, p. 35. 2008. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo).
- HOUGH, M. **Naturaleza y ciudad**. Barcelona: Gustavo Gili S.A., 1998.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sinopse do Censo Demográfico: 2010 / IBGE**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 265 p.
- _____. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: Manuais técnicos em geociências, 2013.
- INEA - INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (RJ). **Atlas dos mananciais de abastecimento público do Estado do Rio de Janeiro: subsídios ao planejamento e ordenamento territorial**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2018.
- _____. **Boletim Consolidado de Qualidade das Águas da Região Hidrográfica II - Guandu**. [S.l.]. 2017.
- INEA/COPPETEC - INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE; FUNDAÇÃO COORDENAÇÃO DE PROJETOS, PESQUISAS E ESTUDOS TECNOLÓGICOS. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, p. 125. 2014.

INEA/DIGAT - INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE; DIRETORIA DE GESTÃO DAS ÁGUAS E DO TERRITÓRIO. **Proposta paulista de transposição de águas da Bacia do rio Paraíba do Sul & Segurança hídrica do Estado do Rio de Janeiro**. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 19. 2014.

JACOBI, P. R. Aprendizagem social, desenvolvimento de plataformas de múltiplos atores e governança da água no Brasil. **Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis**, Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 69-95, jan./jul. 2010.

JAEGER, J. A. G. Landscape division, splitting index and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. **Landscape Ecology**, Netherlands, 2020. 115-130.

LIMA, W. D. P.; ZAKIA, M. J. B. Indicadores hidrológicos em áreas florestais. São Paulo: [s.n.], v. 12, 1998. p. 53-64. ISBN ISSN 0100-8137.

_____. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 2 ed. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2000. p. 33-43.

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

LUCON, T. N.; FILHO, J. F. P.; SOBREIRA, F. G. Índice e percentual de áreas verdes para o perímetro urbano de Ouro Preto - MG. **Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba - SP, v. 8, n. 3, p. 63-78, 2013. ISSN 1980-7694.

MACHADO, C. J. S. Recursos Hídricos e Cidadania no Brasil: Limites, Alternativas e Desafios. **Ambiente & Sociedade**, v. VI, n. 2, jul./dez. 2003.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Agenda 21. **Ministério do Meio Ambiente**, 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>>. Acesso em: 6 abr. 2019.

_____. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília: [s.n.], 2011. 124 p.

PERES, R. B.; SILVA, R. S. A relação entre planos de bacia hidrográfica e plano diretores municipais: análise de conflitos e interlocuções visando políticas públicas integradas. **V Encontro Nacional de Anppas**, Florianópolis, SC, out. 2010. 20 p.

- PORATH, S. L. **A paisagem de rios urbanos. A presença do rio Itajaí-açu na cidade de Blumenau.** Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 166. 2004. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo).
- PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 18 p., 23 jun. 2008.
- RIO DE JANEIRO (ESTADO). Lei Nº 5101, de 04 de outubro de 2007. Dispõe sobre a criação do Instituto Estadual do Ambiente - INEA. **ALERJ - Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro.**, 2007. Disponível em: <[http://www.sigaguandu.org.br/siga-guandu/map](http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/e9589b9aab9cac8032564fe0065abb4/674aaff783d4df6b8325736e005c4dab?OpenDocument#:~:text=DISP%C3%95E%20SOBRE%20A%20CRIA%C3%87%C3%83O%20DO,DE%20RECURSOS%20H%C3%8DDE%20E%20FLORESTAIS.>. Acesso em: 15 dez. 2019.</p>
<p>_____. SECRETARIA ESTADUAL DO AMBIENTE. O Estado do Ambiente: Indicadores Ambientais do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: SEA; INEA, 2011. 160 p.</p>
<p>SBAU - SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARBORIZAÇÃO URBANA. “Carta a Londrina e Ibiporã”. Boletim Informativo, v. 3, n. 5, p. 3, 1996.</p>
<p>SIGA-GUANDU - SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E GEOAMBIENTAIS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM. Siga Web Guandu. SIGA-GUANDU, s.d. Disponível em: <. Acesso em: 2 mai. 2020.
- SILVA, C. H. R. T. Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável no Brasil. **Boletim do Legislativo**, n. 23, Junho 2012. 9 p. Disponível em: <<http://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/242667>>.
- _____. Rio+20: Avaliação preliminar de resultados e perspectivas da Conferência das Nações Unidas sobre desenvolvimento sustentável. **Boletim do Legislativo**, Brasília, DF, 2015. 6 p.
- SILVA, S. T. Proteção internacional das águas continentais: a caminho de um gestão solidária das águas. **Anais do XVI Congresso Nacional do CONPEDI**, Belo Horizonte, nov. 2007.
- SILVA, T. C. S.; BOAS, J. Q. V. A nova natureza jurídica da água e suas consequências em face da outorga de direito de uso de recursos hídricos. **Revista Eletrônica do Curso de Direito**, Santa Maria, v. 8, n. 1, 2013.

SNIRH - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS. Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas. **SNIRH - Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos**, s.d. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/atlas-esgotos>>. Acesso em: 12 jul. 2020.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. SNIS - Série Histórica. **MDR - Ministério do Desenvolvimento Regional**, 2012-2018. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em: 15 mai. 2020.

TRAVASSOS, L. R. F. C. **Revelando os rios. Novos paradigmas para a intervenção em fundos de vales urbanos na Cidade de São Paulo**. Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 243. 2010. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental).

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP. **Eclética Química**, São Paulo, 1997.

VETTORAZZI, J. S.; FILHO, D. T.; THOMÉ, S. M. G. Bacia hidrográfica do Rio Guandu - ação antrópica e potencial presença de protozoários de importância médica. **Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim: Experiências para a gestão dos recursos hídricos**, Rio de Janeiro, n. INEA - Instituto Estadual do Ambiente, p. 79-99, 2012. ISSN 978-85-63884-10-7.

WMO. **International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21st Century**. The Dublin Statement and Report of the Conference. Dublin, Ireland: [s.n.]. 1992. p. 26-31.

WRI - WORLD RESOURCES INSTITUTE. Como e por que as cidades devem proteger as florestas? **WRI Brasil**, 19 setembro 2018. Disponível em: <<https://wribrasil.org.br/>>. Acesso em: 30 junho 2020.

YASSUDA, E. R. Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. **Revista de Administração Pública**, v. 27, n. 2, p. 5-18, 1993.

ANEXO A – Unidades de Conservação na RH II.

Nome da UC	Grupo	Esfera adm.	Ato Legal (criação)	Plano de Manejo	Municípios abrangidos	UHPs	Área (km²)
Área de Proteção Ambiental Alto Pirai	US	Mun.	Lei municipal nº 385 de 24/03/2008		Mangaratiba, Rio Claro	Bacias Litorâneas (MD)	0,04
						Ribeirão das Lajes - montante reservatório	62,22
						Rio da Guarda	0,08
						Rio Pirai - montante res. Santana	203,86
Área de Proteção Ambiental Citrópolis	US	Mun.			Japeri	Rios Queimados e Ipiranga	0,02
Área de Proteção Ambiental da Orla Marítima da Baía de Sepetiba	US	Mun.	Lei ordinária nº 1208 de 11/04/1988	não possui	Rio de Janeiro	Bacias Litorâneas (ME)	41,74
						Canal de São Francisco	2,41
						Ilhas e Restinga de Marambaia	13,29
						Rio da Guarda	1,15
Área de Proteção Ambiental da Serra da Capoeira Grande	US	Mun.	Lei ordinária nº 2835 de 05/07/1999	não possui	Rio de Janeiro	Rio Guandu-Mirim	20,40
Área de Proteção Ambiental das Brisas	US	Mun.	Lei ordinária nº 1918 de 09/10/1992	não possui	Rio de Janeiro	Bacias Litorâneas (ME)	4,58
Área de Proteção Ambiental do Morro do Silvério	US	Mun.	Lei ordinária nº 2836 de 14/07/1999	não possui	Rio de Janeiro	Bacias Litorâneas (ME)	0,94
Área de Proteção Ambiental da Pedra Lisa	US	Mun.	Lei ordinária nº 1.189 de 21/12/2009	não possui	Japeri	Bacias Litorâneas (ME)	1,50
Área de Proteção Ambiental de Gericinó/ Mendanha	US	Est.	Decreto nº 38183 de 05/09/2005	não possui	Nova Iguaçu, Rio de Janeiro	Rios Santana e São Pedro	10,94
						Rios Queimados e Ipiranga	8,20
						Rios Queimados e Ipiranga	8,51
						Rio Guandu-Mirim	3,15
Área de Proteção Ambiental de Mangaratiba	US	Est.	Decreto nº 9.802 de 12/03/1987	não possui	Mangaratiba	Bacias Litorâneas (MD)	62,18
						Ilhas e Restinga de Marambaia	21,76
						Ribeirão das Lajes - montante reservatório	0,25
						Rio Pirai - montante res. Santana	0,00
Área de Proteção Ambiental de Petrópolis	US	Fed.	Decreto nº 87561 de 14/09/1982	Portaria nº 27/07N, de 12/04/2007	Miguel Pereira	Rios Santana e São Pedro	0,12
Área de Proteção Ambiental de Sepetiba II	US	Est.	Decreto nº 36812 de 28/12/2004	não possui	Rio de Janeiro	Bacias Litorâneas (ME)	1,72
Área de Proteção Ambiental do Rio Guandu	US	Est.	Decreto nº 40.670 de 28/02/2007	não possui	Engenheiro Paulo de Frontin, Itaguaí, Japeri, Mendes, Miguel Pereira, Nova Iguaçu, Parabambi, Pirai, Queimados, Rio Claro, Seropédica, Vassouras	Rios Santana e São Pedro	315,15
						Rios Queimados e Ipiranga	21,54
						Canal de São Francisco	0,22
						Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	332,40
						Ribeirão das Lajes - montante reservatório	3,47
						Rio da Guarda	0,74
						Rio Guandu	23,48
						Rio Pirai - res. Santana e afluentes	4,67
Área de Proteção Ambiental do Saco de Coroa Grande	US	Mun.	Lei Municipal nº 3.159 de 20/08/2013		Itaguaí, Mangaratiba	Bacias Litorâneas (MD)	1,77
						Rio da Guarda	2,57
Área de Proteção Ambiental Guandu-Açu	US	Mun.	Decreto nº 6.413 de 05/11/2001		Nova Iguaçu	Rio Guandu	0,01
						Rios Queimados e Ipiranga	5,34
Área de Proteção Ambiental Itaguaí Itingussú Espigão Taquara	US	Mun.	Lei Municipal nº 3.058 de 13/12/2012 (alterada pela 3.158 de 20/08/2013)		Itaguaí, Mangaratiba, Seropédica	Bacias Litorâneas (MD)	3,07
						Ilhas e Restinga de Marambaia	1,88
						Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	1,02

Nome da UC	Grupo	Esfera adm.	Ato Legal (criação)	Plano de Manejo	Municípios abrangidos	UHPs	Área (km²)
						Ribeirão das Lajes - montante reservatório	0,02
						Rio da Guarda	67,09
Área de Proteção Ambiental Jaceruba	US	Mun.	Decreto nº 6.492 de 06/06/2002		Miguel Pereira, Nova Iguaçu	Rios Queimados e Ipiranga	2,47
Área de Proteção Ambiental Maritacas	US	Mun.			Japeri	Rios Santana e São Pedro	20,94
Área de Proteção Ambiental Normandia	US	Mun.			Japeri	Rios Queimados e Ipiranga	0,01
Área de Proteção Ambiental Pico da Coragem	US	Mun.			Miguel Pereira, Japeri	Rio Guandu	0,04
Área de Proteção Ambiental Rio D'ouro	US	Mun.	Decreto nº 6.490 de 05/06/2002		Nova Iguaçu	Rios Santana e São Pedro	2,61
Área de Proteção Ambiental Tinguazinho	US	Mun.	Decreto nº 6.489 de 05/06/2002		Nova Iguaçu	Rios Santana e São Pedro	3,63
Floresta Nacional de Mário Xavier	US	Fed.	Decreto nº 93369 de 08/10/1986	não possui	Seropédica	Rios Queimados e Ipiranga	7,94
						Rios Queimados e Ipiranga	3,10
						Rio da Guarda	4,96
Parque Estadual Cunhambebe	PI	Est.	Decreto nº 41358 de 16/06/2008	não possui	Itaguaí, Mangaratiba, Rio Claro	Bacias Litorâneas (MD)	153,11
						Ribeirão das Lajes - montante reservatório	69,50
						Rio da Guarda	4,29
						Rio Piraf - montante res. Santana	47,34
Parque Estadual da Pedra Branca	PI	Est.	Lei Estadual Nº 2.377 de 28/06/1974	Portaria nº 269, de 24/12/2008	Rio de Janeiro	Bacias Litorâneas (ME)	41,77
						Rio Guandu-Mirim	0,77
Parque Estadual do Mendanha	PI	Est.	Decreto nº 44.342 de 23/08/2013	não possui	Nova Iguaçu, Rio de Janeiro	Rios Queimados e Ipiranga	19,32
Parque Natural Municipal da Serra da Capoeira Grande	PI	Mun.	Decreto nº 21208 de 02/04/2002	não possui	Rio de Janeiro	Rio Guandu-Mirim	7,15
Parque Natural Municipal da Serra do Mendanha	PI	Mun.	Lei ordinária nº 1958 de 11/08/1994		Rio de Janeiro, Nova Iguaçu	Bacias Litorâneas (ME)	0,21
Parque Natural Municipal de Japeri	PI	Mun.			Japeri	Rio Guandu-Mirim	7,85
						Rios Queimados e Ipiranga	1,26
Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu	PI	Mun.	Decreto nº 6.001 de 05/06/1998		Nova Iguaçu	Rios Santana e São Pedro	0,27
						Rio Guandu-Mirim	0,00
Parque Natural Municipal do Curió	PI	Mun.	Decreto nº 1001 de 02/02/2002	não possui	Engenheiro Paulo de Frontin, Paracambi	Rios Queimados e Ipiranga	0,29
Refúgio da Vida Silvestre Da Onça Parda	PI	Mun.			Japeri	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	9,14
Refúgio da Vida Silvestre das Capivaras	PI	Mun.			Japeri	Rios Santana e São Pedro	2,69
Reserva Biológica de Araras	PI	Est.	Resolução nº 59 de 22/07/1977	Deliberação nº 14, de 16/11/2010	Miguel Pereira	Rios Santana e São Pedro	2,53
Reserva Biológica do Tinguá	PI	Fed.	Decreto nº 97780 de 23/05/1989	Portaria nº 68/06N, de 20/09/2006	Miguel Pereira, Nova Iguaçu	Rios Santana e São Pedro	34,36
						Rios Queimados e Ipiranga	58,53
Reserva Biológica Estadual de Guaratiba	PI	Est.	Decreto nº 7.549 de 22/11/1914	Resolução nº 75, de 22/08/2013	Rio de Janeiro	Bacias Litorâneas (ME)	27,87
						Ilhas e Restinga de Marambaia	0,18
Reserva Particular do Patrimônio Natural Alvorada do Itaverá	US	Est.	Portaria nº 205 de 25/03/2011	não possui	Itaguaí, Rio Claro	Ribeirão das Lajes - montante reservatório	0,77
						Rio da Guarda	0,83
Reserva Particular do Patrimônio Natural Bicho Preguiça	US	Est.	Portaria nº 428 de 25/03/2013	não possui	Nova Iguaçu	Rio Guandu-Mirim	0,02

Nome da UC	Grupo	Esfera adm.	Ato Legal (criação)	Plano de Manejo	Municípios abrangidos	UHPs	Área (km²)
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estela	US	Est.	Portaria nº 23 de 06/04/2009	não possui	Paracambi	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	0,03
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Cachoeirinha	US	Fed.	Portaria nº 22 de 25/02/1999		Mangaratiba	Bacias Litorâneas (MD)	2,03
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Sambaíba	US	Est.	Portaria nº 273 de 14/11/2008	não possui	Rio Claro	Rio Pirai - montante res. Santana	1,18
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Santa Isabel	US	Fed.	Portaria nº 05 de 24/01/1996		Mangaratiba	Bacias Litorâneas (MD)	4,24
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda São Benedito	US	Fed.	Portaria nº 70 de 04/06/2001		Rio Claro	Rio Pirai - montante res. Santana	1,43
Reserva Particular do Patrimônio Natural Gotas Azuis	US	Est.	Portaria nº 263 de 14/11/2008	não possui	Seropédica	Rio Guandu	0,07
Reserva Particular do Patrimônio Natural Grota do Sossego	US	Est.	Portaria nº 405 de 30/01/2013	não possui	Mendes, Paracambi	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	0,01
Reserva Particular do Patrimônio Natural Jornalista Antenor Novaes	US	Fed.	Portaria nº 28N de 12/03/1999		Engenheiro Paulo de Frontin, Vassouras	Rio Pirai - res. Santana e afluentes	0,14
Reserva Particular do Patrimônio Natural Reserva Gargarullo	US	Est.	Portaria nº 191 de 10/01/2011	não possui	Miguel Pereira	Rio Pirai - res. Santana e afluentes	10,29
Reserva Particular do Patrimônio Natural Reserva Porangaba	US	Fed.	Portaria nº 123 de 23/09/2002		Itaguaí	Rios Santana e São Pedro	0,33
Reserva Particular do Patrimônio Natural Santa Clara	US	Est.	Portaria nº 419 de 08/03/2013	não possui	Engenheiro Paulo de Frontin	Rios Santana e São Pedro	0,46
Reserva Particular do Patrimônio Natural São Carlos do Mato Dentro	US	Est.	Portaria nº 264 de 14/11/2008	não possui	Pirai	Rio da Guarda	0,09
Reserva Particular do Patrimônio Natural Sete Flechas	US	Est.	Portaria nº 153 de 03/09/2010	não possui	Engenheiro Paulo de Frontin	Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	0,17
Reserva Particular do Patrimônio Natural Sítio Angaba	US	Fed.	Portaria nº 41 de 08/04/1992		Itaguaí	Rio Pirai - res. Santana e afluentes	0,04
Reserva Particular do Patrimônio Natural Sítio Picada	US	Est.	Portaria nº 464 de 18/06/2013	não possui	Engenheiro Paulo de Frontin, Paracambi	Rio Pirai - montante res. Santana	0,17
Reserva Particular do Patrimônio Natural Sítio Poranga	US	Fed.	Portaria nº 41 de 08/04/1992		Itaguaí	Rio Pirai - res. Santana e afluentes	0,04
Reserva Particular do Patrimônio Natural Vale do Sossego	US	Fed.	Portaria nº 86 de 05/11/2008	não possui	Mendes	Rio Pirai - res. Santana e afluentes	0,07
						Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	0,28
						Rio Pirai - res. Santana e afluentes	0,25
						Rio da Guarda	0,34
						Ribeirão das Lajes - jusante reservatório	0,01

Fonte: (AGEVAP/PROFILL, 2017)