

BAÍA DE **GUANABARA**

UM AMBIENTE EM TRANSFORMAÇÃO

Estefan Monteiro da Fonseca
José Antônio Baptista Neto
Fabiana Cunha Leão Pompermayer
organizadores



**BAIA DE GUANABARA:
UM AMBIENTE EM TRANSFORMAÇÃO**

BAÍA DE **GUANABARA**

UM AMBIENTE EM TRANSFORMAÇÃO

Estefan Monteiro da Fonseca
José Antônio Baptista Neto
Fabiana Cunha Leão Pompermayer
organizadores

Ape'Ku Editora
produção editorial

Charles Neves
capa

Jefferson Lopes
revisão textual

Meta Impressões
impressão e encadernação

CONSELHO EDITORIAL

Ana Luisa Rocha Mallet - *Universidade Estácio de Sá*
Carolina Magalhães de Pinho Ferreira - *Universidade Federal do Rio de Janeiro*
Carlos Dimas Martins Ribeiro - *Universidade Federal Fluminense*
Cinara Maria Leite Nahra - *Universidade Federal do Rio Grande do Norte*
Cristiane Maria Amorim Costa - *Universidade do Estado do Rio de Janeiro*
Daniel Abreu de Azevedo - *Universidade de Brasília*
Diana I. Pérez - *Universidad de Buenos Aires*
Diogo Gonçalves V. Mochcovitch - *Universidade Federal do Rio de Janeiro*
Fabio Alves Gomes de Oliveira - *Universidade Federal Fluminense*
Guilherme Dias da Fonseca – *Université Clermont Auvergne | França*
Maria Clara Marques Dias - *Universidade Federal do Rio de Janeiro*
Martina Davidson - *Universidade Federal Fluminense*
Manuel Villoria Mendieta - *Universidad Rey Juan Carlos | Espanha*
Maria Andréa Loyola - *Universidade do Estado do Rio de Janeiro*
Michelle Cecille Bandeira Teixeira - *Universidade Federal Fluminense*
Murilo Mariano Vilaça - *Fundação Oswaldo Cruz*
Paula Gaudenzi – *Fundação Oswaldo Cruz*
Rafael Ioris – *University of Denver | EUA*
Rafael Haddock-Lobo - *Universidade Federal do Rio de Janeiro*
Renata Ramalho Oliveira Ferreira - *Instituto Nacional de Câncer*
Rita Leal Paixão - *Universidade Federal Fluminense*
Suane Felipe Soares - *Universidade Federal do Rio de Janeiro*
Vanessa Neitzke Montinello - *Instituto Nacional do Câncer & Universidade Federal do Rio de Janeiro*
Wallace dos Santos de Moraes - *Universidade Federal do Rio de Janeiro*

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

D111b da Fonseca, Estefan Monteiro

Baía de Guanabara: um ambiente em transformação / Estefan Monteiro da Fonseca, José Antônio Baptista Neto e Fabiana Cunha Leão Pomper-mayer (organizadores) – Rio de Janeiro: Ape’Ku, 2021.

544 p. ; 23 cm.

ISBN 978-65-86657-55-5 *versão impressa*

Inclui bibliografia.

1. Geologia. 2. Oceanografia . 3. Baía de Guanabara. I. Título. II. Autor.

CDD 551.46

Impresso no Brasil
Printed in Brazil

Este livro é dedicado a todos os pesquisadores que vieram antes e que começaram a estudar a Baía de Guanabara, e que fortemente permitiram darmos continuidade aos seus estudos: Francis Ruellan, Elmo da Silva Amador, Angela de Luca Rebello Wagener, Letícia Maria Mayr e tantos outros que contribuíram para o entendimento desta baía tão complexa, quanto bonita.

SUMÁRIO

AUTORES E AUTORAS.....12

APRESENTAÇÃO, por Renato Crespo Pereira27

CAPÍTULO 1

FEIÇÕES ROMBOÉDRICAS NO EMBASAMENTO CRISTALINO E A ORIGEM DA BAIÁ DE GUANABARA, por Luiz Antonio Pierantoni Gamboa, Andre Etienne Pacífico Pecanha Demonte Ferraz, Reiner Olíbano Rosas, Davy Raeder Brandão & André Luiz Ferrari.....29

CAPÍTULO 2

A HISTÓRIA DO PREENCHIMENTO SEDIMENTAR DA BAIÁ DE GUANABARA ATRAVÉS DA GEOFÍSICA, por Cleverson Guizan Silva, Antonio Tadeu dos Reis, Lucas Torquato Carvalho Alves Goiana & André Luiz Ferrari.....47

CAPÍTULO 3

EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BAIÁ DE GUANABARA E PLATAFORMA CONTINENTAL RASA ADJACENTE NOS ÚLTIMOS 40.000 ANOS, por Gilberto Tavares de Macedo Dias, Rafael Cuellar de Oliveira e Silva & João Régis dos Santos Filho73

CAPÍTULO 4

A GEOMORFOLOGIA DO ENTORNO DA BAIÁ DE GUANABARA, por Telma Mendes da Silva95

CAPÍTULO 5

BACIA DE DRENAGEM DA BAÍA DE GUANABARA, por Carlos Marclei Arruda Rangel & Priscilla Soares de Oliveira 121

CAPÍTULO 6

O CLIMA DA BAÍA DE GUANABARA, por Carla Maciel Salgado, Allan Sandes de Oliveira & Núbia BerayArmond147

CAPÍTULO 7

TIPOS DIVERSOS DE ÁGUA NA BAÍA DE GUANABARA-RJ, por Fernanda Silva Soares, Gustavo Vaz de Melo, José Antônio Baptista Neto & Rafael Silva de Barros..... 175

CAPÍTULO 8

SEDIMENTOLOGIA DA BAÍA DE GUANABARA, por José Antonio Baptista Neto, Claudia Guterres Vilela, Estefan Monteiro da Fonseca, João Regis dos Santos Filho & Alex da Silva de Freitas..... 209

CAPÍTULO 9

AS PRAIAS DA BAÍA DE GUANABARA, por André Luiz Carvalho da Silva & Maria Augusta Martins da Silva 229

CAPÍTULO 10

HISTÓRICO DA CONTAMINAÇÃO POR METAIS TRAÇOS NA ICTIOFAUNA DA BAÍA DE GUANABARA, por Thatianne Castro Vieira, Ana Paula de Castro Rodrigues & Alejandra Filippo Gonzalez Neves dos Santos 247

CAPÍTULO 11

ORGANISMOS BENTÔNICOS DA BAÍA DE GUANABARA, por Abílio Soares-Gomes & Bernardo A.P. da Gama 281

CAPÍTULO 12 COMPARTIMENTAÇÃO AMBIENTAL DA BAÍA DE GUANABARA COM BASE EM FORAMINÍFEROS, por <i>Claudia Gutterres Vilela &</i> <i>José Antonio Baptista Neto</i>	303
CAPÍTULO 13 ATIVIDADE BACTERIANA NA BAÍA DE GUANABARA, por <i>Mirian</i> <i>Crapez & Natascha Krepsky</i>.....	321
CAPÍTULO 14 VISÃO GERAL DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA BAÍA DE GUANABARA, por <i>Estefan Monteiro da Fonseca, Marcelo de</i> <i>Almeida Pompermayer, Patrícia Gloriza; Jessica de Freitas</i> <i>Delgado, Leonardo da Silva Lima, Adriana Azevedo & Thúlio</i> <i>Righeti Corrêa</i>	361
CAPÍTULO 15 PROCESSOS DE EUTROFIZAÇÃO NA BAÍA DE GUANABARA, por <i>Valquiria Maria de Carvalho Aguiar</i>	387
CAPÍTULO 16 POLUIÇÃO POR METAIS PESADOS NA BAÍA DE GUANABARA, por <i>José Antonio Baptista Neto, Estefan Monteiro da Fonseca,</i> <i>Gustavo Vaz Melo & Claudia Gutterres Vilela</i>.....	409
CAPÍTULO 17 POLUIÇÃO POR HIDROCARBONETOS NA BAÍA DE GUANABARA, por <i>Renato da Silva Carreira & Carlos German Massone</i>.....	435
CAPÍTULO 18 POLUIÇÃO POR DESREGULADORES ENDÓCRINOS NA BAÍA DE GUANABARA, por <i>Marília Teresa Lima do Nascimento, Ana</i> <i>Dalva de Oliveira Santos, Rejany Ferreira dos Santos & Daniele</i> <i>Maia Bila</i>	465

CAPÍTULO 19

POLUIÇÃO POR RESÍDUOS SÓLIDOS NA BAÍA DE GUANABARA,
por *Diego Gomes de Carvalho, Kidian Medeiros, Lucas Chiarelli*
de Oliveira, Helio Heringer Villena, Gustavo Vaz Melo, Thiago
L. Drabinski, Estefan Monteiro da Fonseca & José Antonio
Baptista Neto 483

CAPÍTULO 20

RETRATO DA PESCA ARTESANAL E RECREATIVA NA BAÍA DE
GUANABARA/RJ, por *Felipe Duval, Márcio Macedo, Khaue*
Vieira, Patricia Farias, Renan Amorim, Carolina Ramos
Menezes, Fabiana Cunha Leão Pompermayer & Estefan
Monteiro da Fonseca 509

CAPÍTULO 5

BACIA DE DRENAGEM DA BAÍA DE GUANABARA

Carlos Marclei Arruda Rangel

Priscilla Soares de Oliveira

1. INTRODUÇÃO

As feições de relevo observadas no litoral são produtos das composições geomorfológicas próprias de cada região, que ocorrem como resultado das modificações nas condições externas, promovendo o ajuste contínuo entre a topografia e hidrodinâmica, transformando aos poucos a paisagem local. O litoral do estado do Rio de Janeiro é marcado por uma grande variação geomorfológica, onde é possível observar lagoas e cordões litorâneos, com vegetação e restinga em direção à parte setentrional do estado, enquanto a parte meridional é constituída por formação rochosa e muito recortada em baías e enseadas, prolongando-se até o município de Paraty. Dentre as feições citadas acima, podemos citar as planícies formadas por deltas (como do rio Paraíba do Sul), cabos como de Búzios e Cabo Frio, bem como cordões litorâneos transgressivos e baías, como as Baías de Sepetiba, Ilha Grande e da Guanabara (Muehe et al., 2006 b). As baías são historicamente, unidades que apresentaram, e ainda apresentam, grande importância econômica e social, principalmente no que tange a construção de portos e a ocupação humana por serem ambientes costeiros abrigados que harmonizam diferentes tipos de ecossistemas, apresentando assim, uma diversificada biodiversidade. Dentre as baías compreendidas no litoral do Rio de Janeiro, destaca-se a Baía de Guanabara, uma das mais importantes não somente para a região sudeste, mas para todo o litoral brasileiro. Esta baía está localizada entre as latitudes 23° 00'S e as longitudes 43° 00' e 43° 18' O (figura 1). O clima presente nas regiões mais altas é classificado como subtropical ameno, enquanto nas partes planas, predomina o tropical, sendo caracterizado como quente e chuvoso (150 – 200 mm) no verão, com temperaturas médias variando de 25 a 27°C, chegando a 34 °C em fevereiro e um pouco mais frio no mês de julho, com média de 21°C, sendo mais seco no inverno (30 – 60 mm) (Fistarol et al.,2015; Costa et al., 2018).



Figura 1: Baía de Guanabara. Fonte: Arquivo pessoal.

Ao analisar seu processo de formação, pode-se notar que esta baía está inserida em uma margem passiva, que, no entanto, apresenta um comportamento distinto com relação às características esperadas para este modelo de margem, segundo a Teoria da Placa Tectônica. Em um primeiro momento, nota-se um processo de riftiamento, seguido por um soerguimento da crosta continental. Registros mostram que este soerguimento ocorreu durante o Cretáceo Superior, formando a denominada Serra do Mar, que se tornou a principal fonte de sedimentos para as bacias de Santos, Campos e Paraná (Zalán & Oliveira, 2005). Após cerca de sete mil anos, o extenso planalto formado durante o Cretáceo sucumbiu aos processos erosivos e afundou, dando origem a diversas áreas de riftes paralelos à Costa (Ferrari, 1990; Ferrari & Silva, 1997). Desta forma, evidencia-se que a Baía de Guanabara, bem como a sua bacia hidrográfica, corresponde a um desses compartimentos estruturais rebaixados tectonicamente, de idade Cenozóica, denominado Rifte da Guanabara ou Baixada Fluminense.

Estudos comprovam que a Baía de Guanabara teve seu processo de formação ligado a uma área de depressão entre dois grupos de blocos falhados: o da Serra dos Órgãos e dos pequenos maciços costeiros. A depressão assim formada abriu uma ligação entre o oceano e o graben da Guanabara e serviu de convergên-

cia para o escoamento da rede de drenagem fluvial (Ruellan (1944)). As formas mais originais da baía se devem à invasão e acumulação marinhas associada às mudanças climáticas, uma vez que durante o período do Quaternário ocorreu mudanças no nível do mar. O resultado foi afogamento de um vale pleistocênico dando origem às novas regiões da baía sendo esta denominada de "Ria da Guanabara" (Amador 1992, 1997; Martin et al., 1997; Barreto et al., 2012). O sistema de drenagem da Guanabara só começa a se instalar no último período interglacial, há cerca de 200.000 anos.

Atualmente sua área compreende um total de 348 Km², sendo a segunda maior baía, em extensão, do litoral brasileiro. Seu contato com o oceano ocorre por um canal de 1,6 Km² entre o Forte São João na margem ocidental e a Fortaleza de Santa Cruz na margem oriental. Entre seus extremos encontra-se uma laje rochosa, ilha da Laje, utilizada desde o período de colonização como área de apoio à defesa da barra, sendo atualmente conhecido como Forte Tamandaré (Kjerfve et al., 1997; Melo et al., 2015). Apresenta uma profundidade média de 6 m, podendo atingir até 40 m na área do canal central. A variação de profundidade existente na baía é responsável pelo sistema de circulação de águas em seu interior, principalmente pelo fato de ser observado um banco de areia na entrada, que canaliza as correntes marítimas que adentram no sistema (Kjerfve, 1997; Zalán e Oliveira, 2005; Figueiredo, 2014; Silva et al., 2015; SEA/UEPSAM, 2016; Abuchacra et al., 2017).

A Baía de Guanabara possui uma bacia hidrográfica que apresenta uma superfície de 4.080 Km², incluindo a região metropolitana do Rio de Janeiro, onde observa-se 32 sub-bacias fluviais. Dentro desta região alguns municípios são totalmente ou parcialmente compreendidos pelos limites da bacia, sendo eles: Duque de Caxias, Belford Roxo, Mesquita, São João de Meriti, Nilópolis, Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Tanguá, Guapimirim, Magé e parcialmente os municípios de Maricá, Rio Bonito, Cachoeiras de Macacu, Petrópolis, Nova Iguaçu e Rio de Janeiro, figura 2 (SEA/UEPSAM, 2016; Barreto et al., 2012; Aguiar et al., 2016).

A Baía de Guanabara pode ser classificada como um ambiente estuarino, sendo influenciado pelas oscilações das marés, onde deságuam inúmeros rios originados tanto na Serra do Mar, quanto na Baixada Fluminense. Ocorrendo, assim, a mistura de água salgada com a água doce oriunda principalmente da drenagem superficial e/ou subterrânea (Burton, 1976). Na área do fundo, onde estão presentes a maior parte dos rios, o acúmulo de sedimentos constituiu manguezais envoltos pela vegetação própria Mata Atlântica. As águas captadas pelas

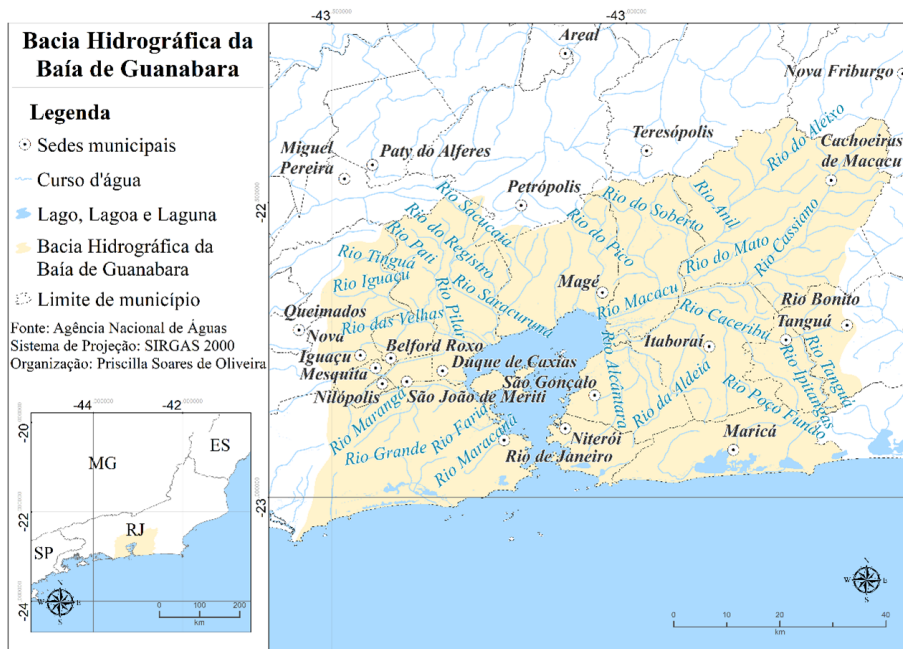


Figura 2: Bacia hidrográfica da Baía de Guanabara.

bacias hidrográficas desses rios levam à baía, em média, 200 mil litros de água por segundo, resultantes da drenagem de 4.000 km², composta por 91 rios e riachos (IBG, 2002; Carvalho & Baptista Neto, 2016).

Dentre as principais bacias dos rios que chegam à Baía de Guanabara mencionados no quadro abaixo (quadro 1), que contribuem com um maior aporte de água doce para a baía são: Bacia do Guapi-Macacu (20,8%), Bacia do Bacia do Iguaçu (16,7%), Bacia do Caceribu (13,7%), Estrela-Inhomirim (12,7%), Pavuna-Meriti (12,3%) Sarapuí (9,3%) (Kjerfve et al., 1997; Baptista Neto et al., 2006; Carvalho & Baptista Neto, 2016). Com relação aos pontos mais extremos de drenagem da Baía de Guanabara, pode-se citar as bacias contribuintes ao Complexo Lagunar de Jacarepaguá a sudoeste e a bacia contribuinte das lagoas Itaipu-Piratininga a sudeste (IBG, 2002).

Sua área de drenagem é limitada ao norte pela bacia do rio Paraíba do Sul, a sudoeste com a bacia hidrográfica das lagoas de Jacarepaguá, a sudeste pelas bacias das lagoas de Piratininga-Itaipu e Maricá e a leste pelas bacias dos rios Macaé e São João. A topografia apresentada é diversificada, nela podem-se observar feições como a grande depressão da Baixada Fluminense, áreas planas de restingas, mangues e praias, além de colinas e maciços costeiros e a Serra do Mar (figura 3) (SEMADS, 2001; Barreto et al., 2012).

Tabela 1: Municípios e Principais Bacias das Regiões Hidrográficas.

Região Hidrográfica	Municípios	Principais Bacias Hidrográficas
RH - V BAÍA DE GUANABARA	<p>Total: Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Tanguá, Guapimirim, Magé, Duque de Caxias, Belford Roxo, Mesquita, São João de Meriti e Nilópolis.</p> <p>Parcialmente: Maricá, Rio Bonito, Cachoeira de Macacu, Petrópolis, Nova Iguaçu e Rio de Janeiro.</p>	<p>Bacias contribuintes das lagunas de Itaipu e Piratininga, Bacia Guaxindiba Alcântara, Bacia do Caceribú, Bacia do Guapimirim-Macacu, Bacia do Roncador ou Santo Aleixo, Bacia do Iriri, Bacia do Suruí, Bacia do Estrela-Inhormirim, Bacia Saracuruna, Bacia contribuintes da Praia de Mauá, Bacia do Iguaçu, Bacia do Pavuna-Meriti, Bacias da Ilha do Governador, Bacia do Irajá, Bacia do Faria Timbó, Bacias drenantes da vertente Sul da Serra da Carioca, Bacias contribuintes à Praia de São Conrado, Bacias contribuintes ao Complexo Lagunar de Jacarepaguá.</p>

Fonte: Resolução CERHI-RJ nº 107, de 22 de maio de 2013, adaptado.

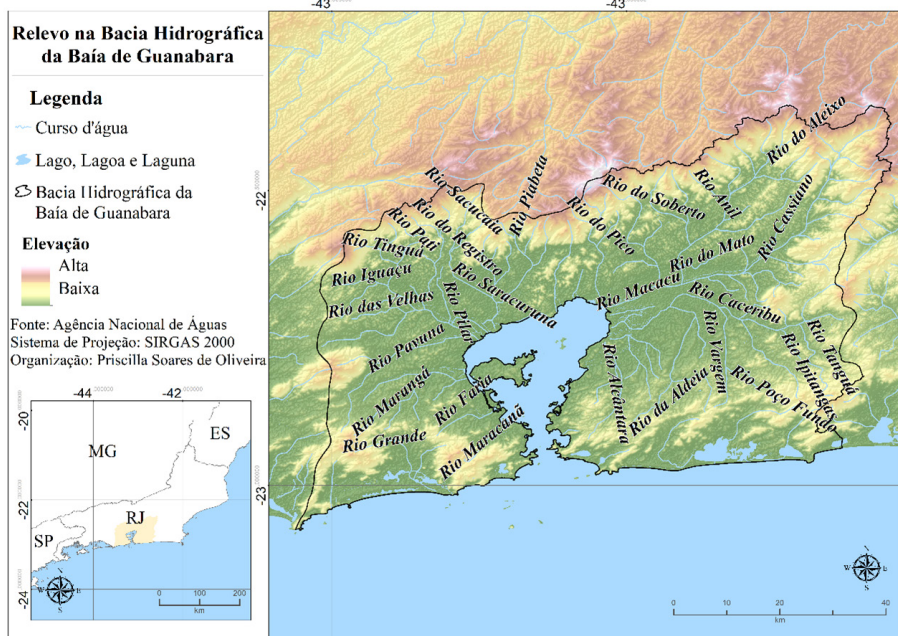


Figura 3: Mapa de relevo da Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara.

Para a delimitação da área de drenagem se faz necessário a presença dos interflúvios, que são linhas localizadas nas áreas mais elevadas do relevo, promovendo assim a separação da direção por onde escoam as águas pluviais ou das bacias de drenagem. Quanto à bacia hidrográfica da Baía de Guanabara, seus interflúvios iniciam-se na unidade do Pão de Açúcar, seguindo em direção as serras,

como a Serra do Mar, a Serra dos Órgãos e Serra da Madureira-Mendanha. Seus interflúvios direcionam-se também para as regiões dos maciços como o da Tijuca e da Pedra Branca, finalizando no Morro da Viração, no município de Niterói (SEMADS 2001).

A bacia hidrográfica da Baía de Guanabara está inserida em um dos maiores centros urbanos do país e concentra mais de 70% da população fluminense, bem como a maioria das indústrias de maior porte. Devido ao acelerado processo de ocupação do solo, os trechos de baixo curso de muitos rios que integram a bacia vem sendo modificados desde o final dos séculos XIX e início do XX, por obras de drenagem executadas por Prefeituras, Governo do Estado e pela União.

2. PRINCIPAIS BACIAS CONTRIBUINTES DA BAÍA DE GUANABARA

A bacia hidrográfica consiste em um sistema geomorfológico aberto, e como tal permanece da mesma forma quando não alterada, possuindo uma entrada de equilíbrio tradicional ou dinâmico, considerando que a adição e a perda de energia do próprio ecossistema encontram-se sempre em delicado balanço. Desta maneira, a área de uma bacia hidrográfica influencia a quantidade de água como deflúvio. A forma e o relevo, no entanto, atuam sobre o regime de produção de água, assim como a taxa de sedimentação (Tonello *et al.*, 2006). Com o passar do tempo, o processo erosivo nos cursos d'água causam modificações nas dimensões de uma bacia hidrográfica.

2.1. GUAPI-MACACU

A bacia hidrográfica Guapi-Macacu resulta da união artificial dos rios Macacu e Guapimirim, sendo formada principalmente pelos rios Guapimirim, Macacu, Guapiaçu, Bengala, Sobrinho e Imbuí, constituindo uma área de 1250 Km². A bacia abrange os municípios de Cachoeira de Macacu, Magé, Guapimirim e Itaboraí, localizados na região de Baixadas Litorâneas. A área de drenagem desta bacia compreende desde sua montante até a jusante as escarpas da Serra do Mar, colinas e maciços costeiros, bem como alguns tabuleiros e planícies costeiras. A bacia limita-se ao norte e a noroeste pela Serra dos Órgãos, a nordeste pela Serra Macaé de Cima, a leste pelas Serras Botija e Monte Azul e ao sul pelas Serras Sambê e dos Garcias (Dantas & Lins, 2007), correspondendo a um terço da área contribuinte da Baía de Guanabara (Pereira et al., 2017). A nascente do rio Macacu se localiza na

Serra do Mar, dentro dos limites do Parque Estadual dos Três Picos. Seus principais afluentes são os rios São Joaquim, Bela Vista, Bengala, Soarinho, Pedras, Pontilhão, Alto Jacu, Duas Barras, Cassino e Amador. Sua extensão mede aproximadamente 74 km até a sua junção com o rio Guapimirim. Na foz do rio Macacu encontra-se a APA de Guapimirim, que se limita ao município de Itaboraí.

Próximo a região da nascente o volume de água presente no rio é baixo, entretanto no decorrer do seu percurso o rio Macacu começa a receber água de outros rios como Jacutinga, Córrego das Sete Quedas, Córrego da Valena, rio das Covas, Córrego Colibri, rio Valério e Córrego Macuqui, tornando seu volume expressivo. Esta carga de águas oriundas de outros rios traz com elas uma demanda de poluentes que começa a ser expressiva a partir do bairro Tuim. Esta região apresenta constantes transbordamentos de seus leitos, desta forma, com o intuito de drenar as regiões inundadas as margens do rio, o extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento modificou a dinâmica hidrológica do rio Macacu. Dentre as várias mudanças ocorridas, destaca-se a retificação de alguns trechos do rio, bem como a confluência do rio Guapiaçu. Esta confluência por sua vez originou o Canal de Imunana, que liga o Rio Macacu ao Rio Guapimirim. Após receber as águas dos rios Macacu e Guapiaçu, o rio Guapimirim passou a se chamar Guapi (Araujo & Coreixas, 2002; Bochner, 2010).

A região onde a bacia está localizada ainda apresenta baixa densidade demográfica quando comparadas a outras regiões contribuintes da Baía de Guanabara. As áreas de matas mais preservadas, em grande parte, estão localizadas em unidades de conservação, contribuindo assim para a melhor qualidade das águas. A bacia do Guapi-Macacu é responsável pelo abastecimento da população dos municípios de Cachoeira de Macacu, Guapimirim, Itaboraí, São Gonçalo e Niterói. A captação das águas para o abastecimento é efetuada no canal de Imunana, no município de Guapimirim. Essa captação situa-se no trecho inferior da bacia, onde recebe a contribuição das sub-bacias dos rios Macacu e Guapiaçu. Suas águas também são utilizadas para a irrigação de cultivos como aipim, milho, feijão, olerícolas e bananas, além da piscicultura desenvolvida na região.

2.2. IGUAÇU-SARAPUÍ

A bacia hidrográfica Iguaçu-Sarapuí está localizada na região da Baixada Fluminense do Estado do Rio de Janeiro. Sua bacia abrange parte dos municípios do Rio de Janeiro, Nilópolis, São João de Meriti, Mesquita, Nova Iguaçu, Duque

de Caxias e Belford Roxo. A bacia possui uma área de 765,17 km², divididos entre as sub-bacias dos rios Sarapuí e Iguaçu. A bacia dos rios Iguaçu-Sarapuí é definida como uma bacia de 6ª ordem (Pereira e Mendes, 2017). É limitada ao norte pela bacia do rio Paraíba do Sul, ao sul com a bacia dos rios Pavuna/Meriti, a Leste com a bacia dos rios Estrela /Inhomirim e a oeste com a bacia do Rio Guandu e afluentes da baía de Sepetiba. Encontra-se entre as formas de relevo da Baixada Fluminense e a Serra do Mar (IBG, 2004; Miranda, 2017).

O rio Iguaçu possui sua nascente na Serra do Tinguá, localizada na Reserva Biológica do Tinguá, compreendendo o trecho de preservação ambiental da Mata Atlântica e desaguando na Baía de Guanabara, tem como seus principais afluentes os rios Botas, Sarapuí, Capivarí, Tinguá e Pati. Devido as obras de saneamento básico o rio Sarapuí passou a integrar a bacia do rio Iguaçu. O rio Sarapuí possui sua nascente na serra de Bangu, localizado no município do Rio de Janeiro. Este rio mede 36 km da sua nascente até a sua foz rio Iguaçu. Seus afluentes principais são os rios Santo Antônio, Socorro, Prata, os canais do Peri Peri e do Rocha, as valas Bom Pastor, Jardim Gláucia, Gaspar Ventura, dos Teles, Bananal, e o Valão Coletor Jardim Gramacho. O rio Sarapuí passou a integrar a bacia do rio Iguaçu no início do século XX, quando seus cursos médio e inferior foram retificados e sua foz desviada para o curso inferior do rio Iguaçu. Anteriormente, ambos eram bastante sinuosos (COPPE, 1996).

Ao longo de vários anos de ocupação humana a bacia do Iguaçu-Sarapuí passou por sucessivos processos de desmatamentos, práticas de cultivo inadequadas, exploração mineral, expansão urbana desordenada, além dos cortes de morros para aterros e abertura de estradas, culminando em processos erosivos significativos (Miranda, 2017). No que tange sobre a ocupação humana na bacia, a mesma se concentrou nas áreas de planície, com ocorrência de inundações periódicas, porém próximas às vias de acesso à metrópole. Esta ocupação ocorreu de forma desordenada, sem adoção de critérios de ocupação do espaço urbano. Na parte central da bacia ocorre o predomínio do desenvolvimento da pecuária extensiva e a margem esquerda do rio Iguaçu está localizada refinaria de petróleo de Duque de Caxias - REDUC-PETROBRAS, ocupando uma expressiva área de ocorrência do manguezal que se encontra, atualmente, confinado num pequeno trecho do estuário do rio.

2.3. CACERIBU

Com cerca de 60 km de extensão e correspondente a aproximadamente 20% de toda a área de drenagem da Baía de Guanabara, o rio Caceribu é um dos mais importantes contribuintes para o estuário da Baía de Guanabara. Sua bacia hidrográfica está localizada entre os municípios de Rio Bonito, Tanguá, Guapimirim, São Gonçalo e Itaboraí (Benavides et al., 2009; Rodrigues, 2011). Suas nascentes encontram-se nas serras localizadas nos municípios de Rio Bonito e Tanguá, em áreas de vegetação ainda conservadas, enquanto sua foz está localizada dentro da APA de Guapimirim, na região noroeste da Baía de Guanabara. O relevo onde a bacia do rio Caceribu está localizado é marcado pela presença de colinas, planícies aluviais e flúvio-marinhas (IBG, 2002; Amador, 2012).

A bacia do rio Caceribu é limitada ao norte pela bacia do rio Guapi-Macacu e a Serra dos Garcias, ao Sul pela Serra do Espraiado e a Serra da Cassoribita, a leste pela Serra do Catimbau Grande e Tingui e a oeste pela bacia do rio Guaxindiba. O Caceribu apresenta seus principais contribuintes a margem esquerda, sendo estes os rios Tanguá, Bonito, dos Duques, Iguá, Porto das Caixas e Aldeias. O rio Caceribu em sua estrutura original era um afluente do rio Macacu, no entanto devido a obras realizadas na região entre as décadas de 1940 a 1960, estes rios foram separados e a bacia do rio Caceribu, tornou-se isolada (Roberto, 2009).

Historicamente o rio Caceribu, juntamente com o rio Macacu tiveram uma grande importância para o desenvolvimento dos municípios que percorrem. Suas águas além de serem utilizadas para o abastecimento e irrigação dos cultivos, também eram usadas como vias de transporte para mercadorias e pessoas. No entanto, com a realização das obras de engenharia em alguns pontos do curso dos rios, fizeram com que estas funções se tornassem cada vez menos expressiva (Rodrigues, 2011). Atualmente suas águas são utilizadas para a irrigação de fruticultura e horticultura, além do uso para o processo de produção das indústrias que estão instaladas ao longo da bacia.

Nesta região é possível perceber uma expressiva quantidade de indústrias de cerâmicas, que produzem tijolos para a região metropolitana do Rio de Janeiro, bem como a presença da Companhia Brasileira de Antibióticos (CIBRAN) e a PERMA Indústria de Refrigerantes (Rodrigues, 2011). As atividades econômicas retratadas acima, juntamente com o crescimento urbano observados nas últimas décadas, vem contribuindo para o processo de degradação do meio ambiente no entorno da bacia do rio Caceribu, seja pelo desflorestamento, pelo uso inadequa-

do dos solos, contaminação do lençol freático por agrotóxicos, além do despejo de resíduos industriais e residências nas águas dos rios pertencentes a bacia. Outro fato de expressiva relevância são as constantes enchentes que ocorrem nas cidades desta região, devido a forte ocupação humana nas planícies aluviais.

2.4. ESTRELA - INHOMIRIM

A bacia hidrográfica dos rios Estrela/Inhomirim está localizada a norte da baía de Guanabara, compreendendo parcialmente os municípios de Duque de Caxias e Magé, além de uma pequena parte do município de Petrópolis. Sua área abrange aproximadamente 450 km², tendo como limite as bacias Iguaçú/Sarapuí a oeste, Suruí a leste, Paraíba do Sul a norte e a Baía de Guanabara ao sul. Os principais afluentes são os rios Saracuruna, Inhomirim e Imbariê. Quando os rios Inhomirim e Saracuruna se unem, passam a se chamar Rio Estrela até chegar a sua foz (Kjerve et al., 1997; Rangel & Fonseca, 2012). O rio Inhomirim recebe as águas de alguns pequenos cursos d'água, como a Vala da Olaria, Córrego Tibiriçá, rio Cachoeira e do Canal Caioba. Com relação ao Saracuruna, este é o principal afluente do rio Estrela, tendo como afluentes o rio Roncador, o Córrego da Taquara e os Canais de Santo Antônio e Mato Alto.

A bacia apresenta um elevado grau de urbanização, principalmente entre as regiões de médio e baixo curso da bacia, que se desenvolveram sem nenhum planejamento. Assim como o rio Saracuruna, o rio Imbariê também está localizado em área densamente povoada e sem saneamento básico, enquanto o rio Inhomirim localiza-se inteiramente na área rural, salvo em alguns trechos urbanos. Nas regiões mais a montante da bacia, nota-se uma cobertura vegetal remanescente da Mata Atlântica ainda preservada. Esta área está sob tutela federal do Parque Nacional da Serra dos Órgãos. Nas regiões de baixo curso é observado um ambiente de águas salobras, sob o domínio de manguezais (Nowat & Bundy, 2001).

2.5. PAVUNA - MERITI

A bacia hidrográfica do rio Meriti-Pavuna ou Pavuna-Meriti pertence à bacia hidrográfica Pavuna-São João de Meriti, compreendendo os rios Acari, Pavuna e São João de Meriti. Possui uma área de drenagem de 450 km², percorrendo os municípios do Rio de Janeiro, Nilópolis, São João de Meriti e Duque de Caxias, sendo suas águas também utilizadas como forma de limitar o território

de cada um dos municípios (Barros et al., 2016). A bacia do rio Acari possui uma área de drenagem de aproximadamente 107 Km². O Rio Acari possui uma densa rede de drenagem, iniciando a montante, onde recebe as águas do rio Sapopemba e posteriormente as águas dos afluentes como o rio Calogi, os rios dos Cachorros I e II, das Pedras, Tingui, dos Afonsos, Caldeireiro, Merinho e Caranguejo. Ao chegar à jusante do rio Acari, este ainda recebe seu último afluente, o rio Pavuna, formando assim o Rio São João de Meriti, que deságua na Baía de Guanabara.

Quanto à cobertura vegetal e o uso do solo, observa-se que ao longo das últimas décadas a área sofreu um expressivo processo de urbanização na maior parte da bacia, sendo observado apenas uma área de conservação nas cabeceiras dos morros. Assim, o escoamento superficial ao longo da bacia é favorecido por este processo de urbanização e impermeabilização do solo. O rio Acari percorre por 7 grandes eixos rodoviários do estado do Rio de Janeiro, como a Avenida Brasil, a Rodovia Presidente Dutra e a Linha Vermelha, entre os mais importantes. O Rio Pavuna nasce no pântano do Sítio do Retiro, na serra de Bangu, no maciço de Gericinó-Mendanha, zona oeste do município do Rio de Janeiro e apresenta aproximadamente 14 km de extensão. Este rio apresenta índices expressivos de poluição, uma vez que logo após a sua nascente, suas águas já passam a receber esgoto in natura, lixo e despejos de resíduos industriais. Com o forte processo de urbanização da Baixada Fluminense, seu fluxo foi retificado em vários pontos e suas margens sofrem com constantes processos de assoreamento e erosão.

2.6. GUAXINDIBA - ALCÂNTARA

A bacia hidrográfica Guaxindiba-Alcântara está localizada na porção leste da Baía de Guanabara. A maior parte desta bacia está inserida no município de São Gonçalo e com alguns trechos nos municípios de Itaboraí e Niterói. Sua formação ocorre pela união das duas sub-bacias dos rios Guaxindiba e Alcântara, possui uma área de 48,88 km². Seu rio principal, Guaxindiba, nasce no bairro de Jardim Amendoeira e apresenta uma extensão de 22,47 km entre a sua nascente e sua foz na Baía de Guanabara. Este rio recebe contribuições dos rios Alcântara, Goianã, Monjolos e do rio Camarão (e/ou Canal Camarão). Quanto a sub-bacia do rio Alcântara, esta encontra-se inserido na região central do município de São Gonçalo, mas apresenta sua nascente no município de Niterói, percorre 53 municípios de São Gonçalo e finaliza em uma pequena fração territorial do município de Itaboraí (Relatório parcial dos riscos de inundação, 2006; Roberto, 2009).

A área total da sub-bacia do rio Alcântara, possui aproximadamente 145Km², sendo considerada a maior bacia hidrográfica do município de São Gonçalo, e tem como seus afluentes os rios Pendotiba, Muriqui, Camarão, Guaxindiba, Monjolo, Goiânia, Alcântara, Sapê, Maria Paula, Rio das Pedras, Colubandê e Mutondo. Sendo as suas principais sub-bacias a do rio Guaxindiba e rio Goiana. As bacias que fazem limite com a bacia do rio Alcântara são: Bacia do rio Bomba, do rio Brandoas, do rio Imboassú, do Canal do Porto do Rosa à oeste e à leste a bacia do rio Aldeia (Vieira et al., 2016).

Os rios que formam esta bacia já tiveram grande importância econômica para a região, pois tratava-se de rios com cursos navegáveis por onde eram transportados vários produtos, principalmente os de origem agrícola. No entanto, com o passar dos anos o processo de industrialização e urbanização desordenado, principalmente na década de 1950, se instalou no município de São Gonçalo, trazendo com ele um expressivo impacto ambiental. Pode-se dizer que boa parte deste rios passaram por modificações em seu sistema hidrológico, uma vez que sofreram processos de canalização, retinização, retirada de suas matas ciliares, além do assoreamento e lançamento de lixo e esgoto in natura em suas águas, perdendo assim boa parte da diversidade de flora e fauna antes existente (Damasco & Cunha, 2014).

2.7. COMPLEXO LAGUNAR BARRA DA TIJUCA-JACAREPAGUÁ

A bacia hidrográfica das lagunas da Barra da Tijuca/Jacarepaguá está localizada em uma planície litorânea na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro, mais especificamente nas regiões administrativas da Barra da Tijuca e Jacarepaguá. Esta bacia apresenta uma ampla rede hidrográfica, formada por complexos lagunares e restingas. O complexo lagunar é formado por quatro principais lagoas, Tijuca, Camorim, Jacarepaguá e Marapendi. Essas lagunas são separadas por cordões arenosos que as dividem em dois sistemas lagunares, sendo estes interligados entre si e com o mar. Suas limitações ocorrem pelos maciços da Pedra Branca e Tijuca, por escudos rochosos localizados ao norte da baixada e pelo oceano Atlântico (Carvalho et al., 2017).

A bacia desta região compreende cerca de 280 km² de área, sendo composta por diversos rios que nascem nos maciços e deságuam nas lagoas. Quanto à influência destes rios sobre as lagunas pode-se observar que a lagoa de Jacarepaguá

recebe contribuição de cursos d'água como o rio Guerenguê, Monjolo, Arroio da Pavuna, Passarinho, Camorim, Canudo e Canal do Cortado, enquanto a laguna de Camorim recebe as águas de rios como Banca da Velha, Arroio Fundo, Pechincha, Covanca, Pequeno e Anil. A área de drenagem da lagoa da Tijuca compreende as águas provenientes dos rios da Pedra, Retiro, Carioca, Muzema, Leandro, Tijuca e da Barra, enquanto a área de drenagem da lagoa de Marapendi recebe a contribuição das águas dos rios Piabas e Canal das Taxas (Pimenta, 2009; Pellegrini & Cammarota, 2016).

A região oeste da cidade do Rio de Janeiro foi ocupada partir do final de 1950. Nesta época a mesma começou a deixar de ser considerada zona agrícola e passou a ser incorporada a malha urbana da cidade, promovendo assim significativas mudanças daquele espaço. Esta região ao longo dos anos passou por um expressivo processo de especulação imobiliária, o que promoveu um grande impacto direto sobre os corpos d'água existentes na região.

Os rios, canais e até mesmo as lagunas passaram por um rápido processo de assoreamento, entre outras intervenções urbanísticas, como a canalização de alguns cursos d'água. Além disso, com o crescimento desordenado da ocupação urbana, rejeitos de origem antrópica vêm sendo acrescidos aos fluxos de água. Esses efluentes, se dispersam pelas áreas da bacia hidrográfica, acabam sendo despejados sem tratamento nos ecossistemas lagunares configurando um quadro de degradação ambiental.

2.8. LAGOAS ITAIPU-PIRATININGA

No município de Niterói suas áreas de drenagem podem ser divididas em três áreas, Região Oceânica, Baía de Guanabara e Região Norte. A bacia hidrográfica das lagoas de Itaipu e Piratininga está inserida integralmente na região Oceânica do município de Niterói. Atualmente, a bacia hidrográfica apresenta uma área de 46,5 km², sendo formada por rios e valas de pequena extensão e pelas lagoas de Piratininga e Itaipu. As águas que formam esta rede de drenagem escoam pelas encostas das serras em direção a planície, atingindo inicialmente as lagoas e em seguida o mar, através de um canal artificial que liga a Lagoa de Itaipu com a praia de mesmo nome, construído em 1979 (Relatório de Hidrologia, 2018).

A maior parte destas bacias é formada por dois relevos distintos. Na região a montante observa-se um relevo bastante acidentado, enquanto nos trechos médio e a jusante, um relevo dominado por planícies costeiras. Esta bacia é deli-

mitada pelas cristas dos Morros da Viração, Proventório, Sapezal, Santo Inácio e pelas Serras Grande (Morros do Cantagalo e Jacaré) e da Tiririca. A área de drenagem desta bacia abrange 11 bairros do município como: Cafubá, Jacaré, Jardim Imbuí, Piratininga, Santo Antônio, Serra Grande, Maravista, Itaipu, Engenho do Mato e Itacoatiara. Os rios que deságuam para a Lagoa de Piratininga são Córrego da Viração, Jacaré, Cafubá, Arrozal e Córrego Santo Antônio. Por outro lado, os rios contribuintes da lagoa de Itaipu são o rio João Mendes, Rio da Vala, Córrego dos Colibris ou Tiririca e vala de Itacoatiara (Relatório de Hidrologia, 2018).

Dentre os rios que deságuam na lagoa de Piratininga destaca-se o rio Jacaré, com comprimento de 5,88 km, cujas nascentes encontram-se nas áreas protegidas pela Reserva Ecológica Municipal Darcy Ribeiro, nos morros que compõem Serra Grande. O seu baixo curso, desenvolve-se em áreas de planície costeira, que sofreram processos de ocupação humana em suas margens, tendo por consequência a retificação e a canalização, de alguns trechos do seu curso. No seu percurso final, o estrangulamento das suas margens fica mais visível e com o escasso saneamento básico e ambiental, o rio sofre contaminações por lixo e esgoto. O corpo receptor da bacia do Jacaré se encontra na Laguna de Piratininga (Baptista e Fernandes, 2009).

Com aproximadamente 7 km de comprimento, o rio João Mendes é o principal contribuinte da laguna de Itaipu. Sua bacia abrange os bairros do Engenho do Mato, Itaipu, Maravista, Santo Antônio, Serra Grande e Várzea das Moças. Em todo seu percurso suas águas recebem a contribuição de efluentes domésticos de diversas residências, que estão localizadas principalmente na sua Faixa Marginal de Proteção (Galvão & Cunha, 2010).

3. PROCESSOS DE POLUIÇÃO NO ENTORNO DA BAÍA DE GUANABARA:

O desenvolvimento das civilizações humanas em grandes extensões do planeta desprovido de infraestrutura, como saneamento básico, tem colaborado para a acentuação dos eventuais impactos ambientais. A utilização dos recursos naturais de forma intensa gera uma série de pressões no ecossistema como, por exemplo, a degradação dos sistemas aquáticos. A utilização dos corpos hídricos como área de descarte de efluentes domésticos e industriais proporciona o acúmulo, a contaminação e os impactos ambientais nestes sistemas aquáticos. Desta forma, diversas atividades relacionadas à utilização da água como a pesca, a agropecuária, indústrias,

mineração, lazer, paisagismo e abastecimento demandam a necessidade de fornecimento e gastos adequados conforme as realidades existentes, objetivando assim a diminuição dos processos de degradação e melhor gestão (Tundisi e Tundisi, 2011).

Ao longo do percurso das bacias hidrográficas se desenvolvem as atividades antrópicas, desta forma, ao analisá-las é possível aferir os processos que ocorrem em seu interior e as particularidades de ocupação do território, como a forma de utilização de água neste ecossistema (Porto e Porto, 2008; Abreu & Tonello, 2017). Assim como em muitos outros ambientes estuarinos, a Baía de Guanabara passou por um processo de ocupação e urbanização no seu entorno nas últimas décadas, desprovidos de uma rede de coleta e tratamento de descartes de forma satisfatória. A ausência de saneamento básico se constitui em um dos principais problemas que ocorrem nos municípios que circundam a Baía de Guanabara. O mapa abaixo retrata as áreas de concentração populacional, bem como as áreas de preservação no entorno da Baía (figura 4).

A Baía de Guanabara é cercada pela segunda maior aglomeração urbana do país, representada pela região metropolitana do Rio de Janeiro, onde mais de 11 milhões de habitantes estão distribuídos pelos municípios, dentre os quais se destacam Rio de Janeiro, Niterói, São Gonçalo e os municípios da Baixada Flu-

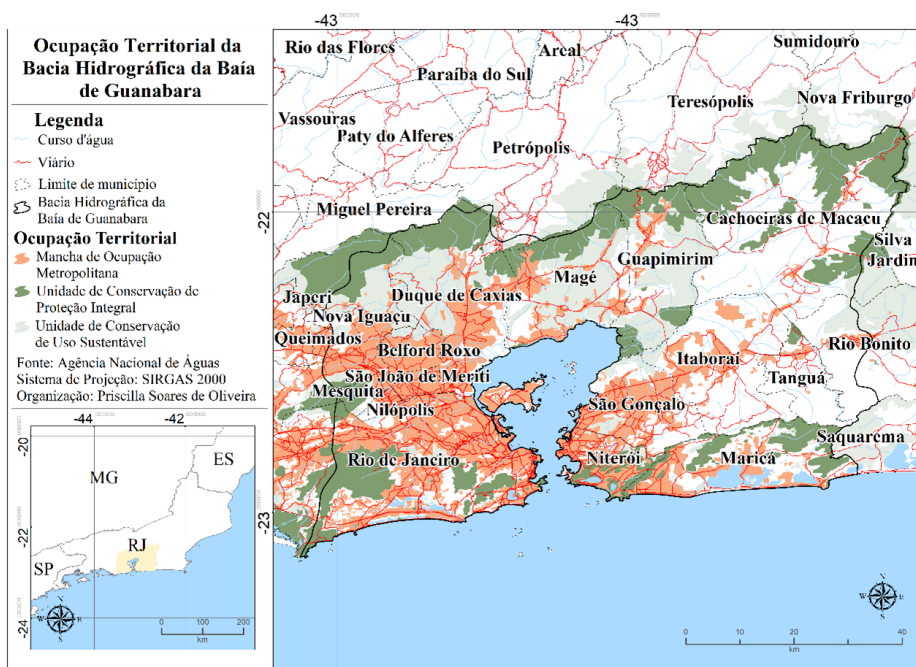


Figura4: Mapa referente à ocupação urbana na Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara.

minense. As principais atividades econômicas da região metropolitana do Rio de Janeiro estão ligadas ao setor de comércio e serviços, e ao setor industrial, além da agricultura, pecuária e pesca, apesar de menos expressivas (Patchineelam e Baptista Neto, 2007).

Desta forma, a Baía de Guanabara recebe quantidades consideráveis de esgoto doméstico sem tratamento, escoamento superficial urbano e resíduos industriais de várias plantas e refinarias. Abriga nas suas margens dois aeroportos, um importante complexo de indústria naval e uma ponte de 12 km de extensão que corta a baía, e é utilizada diariamente por milhares de carros (Kjerve et al., 1997). A Baía de Guanabara vem sofrendo há décadas com a poluição industrial e de atividades ligadas à exploração de petróleo. Durante décadas funcionaram lixões às margens da Baía, isso facilitava o escoamento deste material para as águas em períodos de grande volume de chuvas. Hoje esses lixões foram desativados, mas o passivo de anos está depositado no fundo do mar, e com as variações de maré vem à tona.

Um item importante no monitoramento das bacias é a identificação da degradação ambiental, pois possibilita a identificação das particularidades dos diferentes processos de poluição para, assim, encontrar a melhor forma mitigação de impactos e de gestão. Existem vários processos de degradação no interior da bacia de drenagem, por exemplo, a poluição por efluentes domésticos, industriais ou resíduos rurais, constituídos principalmente por pesticidas e herbicidas. Atualmente, as bacias de drenagem do entorno da Baía de Guanabara têm sido objeto de estudo nas ciências ambientais. A área drenada por pequenos cursos d'água ligados por uma hierarquia fluvial percorre áreas naturais e modificadas pelo homem como cidades e áreas rurais, que contribuem com a emissão de descartes produzidos nestas regiões (Baptista Neto et al, 2013; Borges et al., 2009). Estes estudos realizados têm sido importantes para se monitorar os tipos de poluição que ocorrem, pois os rios são unidades básicas de organização das águas continentais porque são considerados sistemas abertos, com fluxo contínuo desde a nascente até a foz e consistem na principal via pela quais os materiais particulados e dissolvidos resultantes dos processos naturais e antropogênicos alcançam os estuários e sistemas marinhos (Santos et al., 2006).

A análise e monitoramento ambiental se constitui como uma importante forma para o planejamento e realização de planos e políticas ambientais em sistemas aquáticos, considerando as restrições naturais. A poluição da macrobacia da Baía de Guanabara ocorre principalmente através de atividades antropogêni-

cas desenvolvidas no interior das bacias de drenagem adjacentes a este ambiente estuarino. As águas fluviais percorrem áreas naturais e modificadas pelo homem, como cidades e áreas rurais que contribuem com a emissão de diferentes descartes produzidos nestas regiões (Rangel et al., 2016) (Figuras 5 e 6).



Figura 5: Ambiente aquático degradado por atividades antrópicas na desembocadura do Canal do Mangue. Fonte: Arquivo pessoal



Figura 6: Rio Macacu considerado um dos raros sistemas fluviais pouco alterados do entorno da Baía de Guanabara. Fonte: Arquivo pessoal

As ações do homem sobre este ecossistema vêm causando uma série de alterações na dinâmica ambiental nas distintas áreas da Bacia hidrográfica da Baía de Guanabara. As diferentes fontes de poluição causam a deterioração da qualidade das águas nestes diferentes sistemas fluviais situadas no entorno da Baía como, por exemplo, com os despejos de efluentes urbanos e assoreamentos nas zonas rurais causando, portanto, a alteração dos parâmetros naturais da água, eutrofizando estes sistemas aquáticos e provocando grandes desequilíbrios ambientais (Rangel et al., 2013). As inúmeras atividades antropogênicas afetam a dinâmica dos processos naturais biogeoquímicos que ocorrem em Bacias de drenagem. Esta degradação ambiental geralmente está associada à descartes de poluentes e processos de degradação causados pela emissão excessiva de contaminantes como metais pesados, hidrocarbonetos de petróleo, fósforo e nitrogênio, resíduos sólidos, etc.

Os efeitos da urbanização no entorno da Baía de Guanabara geram modificações na dinâmica dos parâmetros físico-químicos da água como: pH, carbono orgânico, oxigênio dissolvido e sólido em suspensão, que podem ser mais importantes para a determinação das concentrações e formas de elementos, como os metais pesados, hidrocarbonetos de petróleo, nutrientes, entre outros, em sedimentos do que das características e propriedades do compartimento sedimentar.

As águas do escoamento superficial urbano podem carrear compostos orgânicos e inorgânicos, partículas sólidas e quantidades significativas de poluentes, que podem possuir várias fontes de liberação associados a mecanismos complexos (Katsaounos et al., 2007; Baptista Neto et al., 2016). As propriedades químicas dos sedimentos consistem em importantes ferramentas de avaliação dos processos de degradação das atividades industriais e urbanas nestes sistemas fluviais degradados pela urbanização desordenada. A capacidade de reter as baixas concentrações de elementos traços presentes na água faz dos sedimentos importantes marcadores ecotoxicológicos (Warnken et al., 2001). Quando contaminados, os sedimentos podem representar uma fonte latente destes elementos para o ambiente aquático, mesmo com a eliminação das fontes antrópicas de emissão. Apesar do controle dessas fontes, níveis elevados de contaminantes químicos frequentemente são registrados em sedimentos nas bacias adjacentes à Baía de Guanabara, contaminados por atividades humanas e que através da drenagem são transportados até o interior deste ecossistema (Aguilar et al., 2011; Rangel et al., 2012).

Estudos realizados em estuários evidenciam mostram a predominância de sedimentos fluviais na composição granulométrica destes ecossistemas (Shafer et al., 2002; Wang et al., 2007) e trabalhos relacionados à textura sedimentar na

Baía de Guanabara também registraram a grande ocorrência de sedimentos provenientes do retrabalhamento fluvial (Amador 1992; Faria de Mello & Sanchez, 2001), confirmando, portanto, a ideia da imposição dos rios no papel de principal agente distribuidor de sedimentos e dos poluentes produzidos e emitidos no entorno deste ecossistema. O número de trabalhos sobre os impactos de poluentes em bacias de drenagem no entorno da Baía de Guanabara é considerado pouco se comparados, por exemplo, com os estudos realizados no estuário. Portanto, a compreensão da dinâmica do comportamento dos diferentes poluentes nestes sistemas é de primordial importância para se visualizar as características de mobilidade e biodisponibilidade destes diferentes elementos nestes ambientes que possuem distintos padrões de ocupação e degradação e que contribuem de diversas formas com o processo de poluição na Baía de Guanabara.

Sabe-se que em sistemas de drenagem como o do entorno da Baía de Guanabara, boa parte da carga orgânica é produzida pelas atividades antrópicas que lançam efluentes nestes ambientes que podem ser carregados ao ambiente estuarino. A complexação de alguns poluentes pela matéria orgânica pode governar tanto suas especiações quanto suas solubilidades em águas e sedimentos. A interação da matéria orgânica com alguns poluentes pode influenciar no fracionamento, solubilidade e biodisponibilidade destes elementos, assim como exercer modificações na composição e estrutura química presente neste material orgânico (Takács et al., 1999).

O material particulado em suspensão se constitui como uma das principais formas em que materiais como micropoluentes e nutrientes são transportados do ambiente hídrico continental para o marinho (Suzumura et al., 2004). O MPS é transportado para estuários e oceanos principalmente através dos sistemas fluviais (Viers et al., 2009). A distribuição dos elementos entre particulados e solutos dependem da mobilidade dos constituintes químicos durante os processos de intemperismo, transporte e deposição, além da carga antrópica que é produzida nas bacias e são transportados e depositados para o ambiente estuarino. A composição do material particulado nos sistemas fluviais fornece importantes informações sobre a natureza deste material nos ecossistemas aquáticos (Dessert et al., 2002). Nas Bacias de drenagem do entorno da Baía de Guanabara, boa parte do material particulado possui composição orgânica proveniente dos efluentes domésticos lançados nestes ecossistemas, assim como em outras áreas impactadas ambientalmente (Aguiar & Braga, 2007; Wysocki et al., 2006).

Na Baía de Guanabara, a área de menor troca de águas coincide exatamente com o trecho do perímetro deste estuário onde se localizam as desemboca-

duras dos rios mais poluídos. Nesse setor da Baía, as velocidades das correntes são mínimas, tanto marés enchentes como vazantes, uma vez que para lá convergem e divergem os fluxos de marés que envolvem a Ilha do Governador (FEMAR, 1998). Os sedimentos superficiais do fundo se constituem em registro fundamental das alterações ambientais sofridas pela Baía de Guanabara. A interpretação da distribuição dos tipos de sedimentos presentes no ambiente permite estabelecer uma relação com as fontes de suprimento, a trajetória de transporte, a dinâmica de sedimentação, os níveis de energia presentes na Baía e as modificações ambientais (Amador, 1997).

No exercício de preservação do sistema aquático, a gestão ambiental planejada consiste numa importante ferramenta para mitigar problemas e tomar decisões futuras para se preservar o meio ambiente, uma vez que a relação entre a sociedade e o meio ambiente no presente momento, não tem priorizado o meio. Para se realizar um plano de gestão em áreas de bacias hidrográficas, é preciso haver uma unidade espacial concisa. Desta forma, o monitoramento de uma bacia de drenagem se justifica pela condição de percepção das atividades humanas que causam a sua degradação, através da avaliação da qualidade e da quantidade água no interior do canal principal de uma bacia de drenagem ou em outras partes. É importante considerar uma análise de uma área delimitada por divisores topográficos, consistindo em um sistema integrado (Tucci & Mendes, 2006).

É preciso que haja a melhoria da qualidade das águas e sedimentos nas bacias de drenagem situadas no entorno da Baía de Guanabara, colocando em prática várias ações, incluindo um melhor planejamento urbano com o objetivo de preservação ambiental. A implementação do transporte de esgoto, coleta e tratamento do sistema focando as áreas urbanas é extremamente importante para a preservação destes ambientes aquáticos. As medidas de preservação precisam ser adotadas de forma gradativa e juntamente com a grande expansão urbana e industrial que estas áreas vêm sofrendo atualmente, se constituindo em uma forma de desenvolvimento consciente nesta região. Em grande parte do entorno da Baía, os impactos mais alarmantes e as condições ambientais que indicam um ambiente intensamente eutrofizado requerem medidas de preservação e gestão mais emergenciais para tentar reverter às condições extremas de degradação ambiental existentes nestes sistemas fluviais. As medidas de preservação promoveriam não só a melhoria das condições ambientais, mas também contribuiriam com a diminuição da poluição que estes sistemas emitem para a Baía de Guanabara.

BIBLIOGRAFIA

- Abreu, M.C.; Tonello, K.C. 2006. Avaliação dos parâmetros hidrometeorológicos na Bacia do Rio Sorocaba/SP. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 32, n. 1, p.99-109.
- Abuchacra, R.C.; Macario, K.C.D.; Oliveira, M.I.N.; Abuchacra, P.F.F.; Fernandez, G.B.; Vasconcelos, S.C.; Oliveira, V.C.; Ressiguiet, Y.N.; Figueiredo Jr., A.G. 2017. Northeast Guanabara Bay and coastal plain Holocene sedimentary evolution (Brazil): A contribution. *Journal of Sedimentary Environments*, 2 (1): 1-8.
- Aguiar, V. M. C.; Lima, M. N.; Abuchacra, R. C.; Abuchacra, P. F. F.; Baptista Neto, J. A.; Borges, H. V.; Oliveira, V. C. 2016. Ecological risks of trace metals in Guanabara Bay, Rio De Janeiro, Brazil: An Index Analysis Approach. *Ecotoxicology and Environmental safety* 133, 306–315.
- Aguiar, V. M. C.; Baptista Neto, J. A.; Rangel, C. M. A. 2011. Eutrophication and hypoxia in four streams discharging in Guanabara Bay, RJ, Brazil. A case study. *Marine Pollution Bulletin*. V. 62, P. 1915-1919.
- Aguiar, V. M. C.; Braga, E.S. 2007. Seasonal and tidal variability of phosphorus along a salinity gradient in the heavily polluted estuarine system of Santos/S. Vicente-São Paulo, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, v. 54, p. 464-471.
- Amador, E.D.S., 2012. Bacia Da Baía De Guanabara: Características geoambientais, formação e ecossistemas. Interciência, Rio De Janeiro.
- Amador, E.S.1997. Baía de Guanabara e ecossistemas periféricos - Homem e Natureza. Rio de Janeiro, Retroarte Gráfica e Editora. 539 p.
- Araújo, F. P.; Coreixas, M.A. 2002. Nossos Rios. Instituto Baía de Guanabara Niterói, RJ.
- Baptista Neto, J.A.; Peixoto, T.C.S, Smith, B.; Mcallister, J.; Patchineelam, S. M.; Patchineelam, S.; Fonseca E.M. 2013. Geochronology and heavy metal flux to Guanabara Bay, Rio de Janeiro State: A Preliminary Study. *An Acad. Bras. Cien.* 85:317–1327.
- Baptista Neto, J. A.; Rangel, C. M. A. ; Fonseca, E. M. ; Nascimento, M.T. L. ; de Oliveira Santos, Ana Dalva ; Rodrigues, Bruno Cezar Baptista; Melo, G. V.2016. Concentrations and physicochemical speciation of heavy metals in urban runoff sediment from São Gonçalo-Rio De Janeiro/Brazil. *Environmental Earth Sciences (Print)*, V. 75, P. 1209-1221.
- Baptista Neto, J.A., Gingele, F.X., Leipe, T., Brehme, I., 2006. Spatial distribution of trace elements in surficial sediments from Guanabara Bay e Rio de Janeiro/ Brazil. *Environ. Geol.* 49, 1051 e 1063.
- Baptista, J. V.; Fernandes, V. F. 2009. Anais II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas Serviços Ambientais e Sustentabilidade, Taubaté, Brasil, Ipabhi, p. 537-544.

- Barreto C. F.; Vilela, C.G.; Baptista-Neto J.A.; Barth, O.M. 2012. Spatial distribution of pollen grains and spores in Surface sediments of Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *An. Acad. Bras. Cienc.*; 84:627–43.
- Barros, M. A. B.; Oliveira, R. S.; Silva, J. C. 2016. Degradação ambiental do Rio Pavuna-Meriti. XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino Americano De Pós-Graduação E VI Encontro De Iniciação À Docência – Universidade Do Vale Do Paraíba.
- Benavidez, Z. C.; Cintrão, R. P.; Fidalgo, E. C. C.; Pedreira, B. C. C. G.; Prado, R. B. 2009. Consumo e abastecimento de água nas bacias hidrográficas dos Rios Guapi-Macacu E Caceribu, Rj. Rio De Janeiro: Embrapa Solos.
- Bochner, J. K. 2010. Proposta Metodológica para identificação de áreas prioritárias para recomposição florestal: Estudo de Caso: Bacia Hidrográfica do Rio Macacu/Rj. 2010. 135 F. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro, Seropédica, Rj.
- Borges, A.C.; Sanders, C. J.; Santos, H.L.R.; Araripe, D.R.; Machado, W.; Patchineelam, S.R.; 2009. Eutrophication history of Guanabara Bay (SE-Brazil). Recorded by phosphorus flux to sediments from degraded mangrove area. *Baseline Mar Pollut Bull* 58:1739–1765.
- Burton, J. D. 1976. Basic Properties and processes in estuarine chemistry. in: Mósca, N. P. Concentração de mercúrio nas águas e sedimentos da Baía de Guanabara, Rio De Janeiro, Rj.
- Carvalho, D. G.; Baptista Neto, J. A. 2016. Microplastic pollution of the beaches of Guanabara Bay, Southeast Brazil. *Ocean & Coastal Management* 128, 10 – 17.
- Carvalho, R. P. B.; Silva, A. J. O. 2017. Análise multitemporal da qualidade da água da Lagoa de Jacarepaguá (Município Do Rio De Janeiro, RJ). *Revista UNIABEU*, V.10, Número 24.
- Coppe/Ufrj – Pnud. 1996. Plano diretor de recursos hídricos da bacia do rio iguaçu/sarapuú, com ênfase no controle de inundações. Relatório final IGRE- 029-ro – Serla, Rio de Janeiro.
- Costa, L. A. A.; Pessoa, D. M. M.; Carreira, R. S. 2018. Chemical and biological indicators of sewage river input to an urban tropical estuary (Guanabara Bay, Brazil). *Ecological Indicators*, Volume 90, p. 513-518.
- Damasco, F. S.; Da Cunha, S. B. 2014. Avaliação da degradação hidromorfológica de canais como subsídio à gestão do risco de inundações urbanas: bacia dos rios Guaxindiba/Alcântara (Rio de Janeiro, Brasil) Avaliação da degradação hidromorfológica de canais como subsídio à gestão do risco de inundações urbanas: bacia dos rios Guaxindiba/Alcântara (Rio de Janeiro, Brasil). presented at the 2014. Coimbra. Disponível em: <<https://digitalis.uc.pt/handle/10316.2/34848>>
- Dantas, J. R. C.; Lins, G. A. 2007. Impactos ambientais na bacia hidrográfica de Guapi/Macacu e suas consequências para o abastecimento de água nos municípios do

- leste da Baía de Guanabara. Rio de Janeiro: CETEM. (Série Gestão e Planejamento Ambiental, 10).
- Faria, M.M. & Sanchez, B.A. 2001. Geochemistry and mineralogy of recent sediments of Guanabara Bay (NE sector) and its major rivers- Rio de Janeiro State-Brazil, 73 (1): 121-133.
- Femar. 1998. Uma avaliação da qualidade das águas costeiras do Estado do Rio de Janeiro. (Projeto Planagua Sema/ GTZ de Cooperação Técnica Brasil-Alemanha.) Rio de Janeiro.
- Ferrari, A. L. & Silva, M. A. M. 1997. Bacia do Macacu (RJ): proposta de uma nova bacia do rift continental do sudeste do Brasil. In: simpósio de geologia do sudeste, 5, atas, Penedo, p. 32-34. In: Silva, I. C. Geologia do estado do Rio de Janeiro: texto explicativo do mapa geológico do estado do Rio de Janeiro / organizado por Luiz Carlos da Silva {e} hélio canejo da silva cunha. – Brasília: CPRM. 2ª edição revista em 2001.
- Ferrari, A. L. 1990. A geologia do rift da Guanabara (RJ) na sua porção centro-oriental e sua relação com o embasamento pré-cambriano. Anais do XXXVI congresso brasileiro de geologia, natal, RN.
- Figueiredo Jr., A.G.; De Toledo, M.B.; Cordeiro, R.C.; Godoy, J.M.O.; Da Silva, F.T.; Vasconcelos, S.C.; Dos Santos, R.A. 2014. Linked variations in sediment accumulation rates and sea-level in Guanabara Bay, Brazil, over the last 6000 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 415, 83–90. doi:10.1016/j.palaeo.2014.08.027
- Fistarol, G.D.O.; Coutinho, F.H.; Moreira, A.P.B.; Venas, T.; Canovas, A.; de Paula Jr, S.E.M.; Coutinho, R.; de Moura, R.L.; Valentin, J.L.; Tenenbaum, D.R.; Paranhos, R.; Valle, R.; Thompson, C.; Salomon, P.; Thompson, F.; 2015. Environmental and sanitary conditions of Guanabara Bay Rio de Janeiro. *Front. Microbiol.* 6, 1232.
- Galvão, R. S.; Cunha, S. B. 2010. Intervenções na Bacia Hidrográfica do Rio João Mendes (Niterói/RJ): Das Alterações na Drenagem ao Projeto de Renaturalização. In: XVI Encontro Nacional de Geógrafos, 2010, Porto Alegre. XVI Encontro Nacional de Geógrafos, 2010.
- IBG - INSTITUTO BAÍA DE GUANABARA. 2002. Nossos Rios- Niterói, 31p.
- IPP. Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos. Plano estratégico da cidade do Rio de Janeiro. 2019. Disponível em: <www.rio.rj.gov.br/planoestrategico>. Acesso em: Agosto. 2019.
- Katsaounos, C.Z.; Giokas, D.L.; Leonardos, I.D.; Karayannis, M.I. 2007. Speciation of phosphorus fractionation in river sediments by explanatory data analysis. *Water Research*, 41: 406-418.
- Kjerfve, B.; Ribeiro, C.H.; Dias, G.T.M.; Filippo, A.M.; Quaresma, V.D. 1997. Oceanographic characteristics of an impacted coastal bay: Baía de Guanabara, Rio de

- Janeiro, Brazil. *Continental Shelf Research*, 17(13): 1609-1643.
- Martin, L.; Suguio, K.; Dominguez, J.M.L.; Flexor, J.M.; Azevedo, A.E.G. 1997. Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral do Rio de Janeiro e do Espírito Santo. Belo Horizonte, FAPESP/CPRM, 112 p.
- Melo, G.V.; Baptista Neto, J.A.; Malm, O.; Fernandez, M.A.S.; Patchineelam, S.M. 2015. Composition and behaviour of heavy metals in suspended sediments in a tropical estuarine system. *Environ. Earth Sci.* 73, 1331 e 1344.
- Miranda, A. S. 2017. Watershed management - Case study of the river basin of the Iguaçu River in Nova Iguaçu municipality. *Ver. Tamoios, São Gonçalo (RJ)*, ano 13, n. 1, págs. 37-49.
- Muehe, D. 2019. Erosão e progradação do Litoral Brasileiro. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006b. 475p.
- Nowat, F.S.; Bundy K. J. 2001. Correlation of field-measured toxicity with chemical concentration and pollutant availability. *Environment International*. 27, 479- 489.
- Pellegrini, A. B. S., Cammarota, M. C. 2016. Estudo comparativo entre o crescimento populacional da Barra da Tijuca e a degradação do complexo lagunar de Jacarepaguá nos últimos 30 anos. 10º Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental. Periódico 41. PUCRS. Porto Alegre/RS.
- Pereira, P. S. P. M. L.; Mendes, L. D. 2017. Geomorfometria de bacia hidrográfica urbanizada: uma análise no rio iguaçu-sarapuí(rj). Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento. XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Aplicada. I Congresso Nacional de Geografia Física. Instituto de Geociências – Unicampi, Campinas – SP.
- Pereira, V. C. R.; Almeida, C. N.; Silva, T. M. 2017. Diagnóstico hidrogeoquímico na bacia do Guapimirim-Macacu (RJ). *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, Vol. 40 – 3, p. 82-93.
- Pimenta, L. C. 2009. Contribuições para o entendimento e planejamento da ocupação urbana da Baixada de Jacarepaguá - Rio de Janeiro / RJ: uma aplicação da matriz P.E.I.R., 2009. 97 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- Porto, M.F.A., Porto, L.L. 2008. Gestão de Bacias hidrográficas. *Estudos avançados* 22. (63).
- Rangel, C. M. A.; Baptista Neto, J.A. ; Lima, L. G. ; Oliveira, P. S. 2013. Speciation of Phosphorus in a Estuarine System Inside Guanabara Bay. *Journal of Coastal Research*, v. 65, p. 1194-1199.
- Rangel, C. M. A.; Baptista Neto, J.A.; Oliveira, P. S.; Lima, L.G.; Fonseca, E.M. 2016. Assessment of human effects through phosphorus partitioning in sediments from two catchment basins around Guanabara Bay, SE Brazil. *Environmental Earth Science*, v. 75, p. 1215.

- Rangel, C. M. A.; Baptista Neto, J. A.; Fonseca, E. M. 2012. Estudo geoambiental das concentrações de hidrocarbonetos de petróleo (policíclicos aromáticos HPAs) ao longo do Rio Estrela, Baía de Guanabara RJ. *Revista Tamoios (Online)*, v. 08, p. 40-51.
- RE_P2_HIDROLOGIA_1ºSEM_V02. 2018. Caracterização das vazões e dos aportes de cargas contribuintes ao sistema perlagunar Piratininga-Itaipu / Niterói. Hidros-cience consultoria e restauração ambiental. Porto Alegre – RS.
- Resolução CERHI-RJ nº 107, de 22 de maio de 2013.
- Roberto, D. M. 2009. DIAGNÓSTICO DA HIDROGRAFIA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA GUANABARA E REGIÃO. DIAGNÓSTICO DA HIDROGRAFIA. Plano de Manejo da Estação Ecológica da Guanabara.
- Rodrigues, J. L. M.; Afonso, A. E. 2011. Relações entre padrões de uso do solo e enchentes ao longo dos canais fluviais da bacia hidrográfica do rio Caceribu, Tanguá (RJ). In: XIV Simpósio brasileiro de geografia física aplicada, Dourados – MS.
- Ruellan F. 1944. Evolução geomorfológica da baía de Guanabara e das regiões vizinhas, revista brasileira de geografia, 6(4): 445 – 508.
- Santos D. M., Bossini J. A. T., Preussle K. H., Vasconcelos, E. C., Carvalho-Neto F. S.; Carvalho-Filho M. A. S. 2006. Avaliação de Metais Pesados na Baía de Parana-guá, PR, Brasil, sob Influência das Atividades Antrópicas J. Braz. Soc. Ecotoxicol, 1(2): 157-160.
- Schafer, J.; Blanch, G.; Lapaquellerie, Y.; Maillet, N.; Maneux, E.; Etcheber, E. 2002. Ten-year observation of the Gironde tributary fluvial system: Fluxes of suspended matter, particulate organic carbon and cadmium. *Marine Chemistry*, 79: 229-242.
- Secretaria de Estado do Ambiente (SEA/ UEPSAM). 2016. PROGRAMA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DOS MUNICÍPIOS DO ENTORNO DA BAÍA DE GUANABARA/ UEPSAM. Convênio de Cooperação Técnica: ATN/OC-14223-BR SDP No: SQC No 17/2015.
- SEMADS/GTZ, 2001. Ambiente das Águas no Estado do Rio de Janeiro. Coordenador William Weber. Cooperação Técnica Brasil-Alemanha, Projeto PLANÁGUA SEMADS/GTZ. Rio de Janeiro: SEMADS, 230 p. 2001.
- Seminário e relatório parcial dos riscos de inundação elaboração do plano municipal de redução de riscos – etapa 02.1. 2006. (Programa de Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários do Ministério das Cidades) Universidade Federal Fluminense – UFF.
- Suzumura, M.; Kokubun, M.; Arata, N. 2004. Distribution and characteristics of suspended particulate matter in heavily eutrophic estuary, Tokyo Bay, Japan. *Marine Pollution Bulletin*, 49: 496-503.
- Takács, M.; Alberts, J. J.; Egeberg, P. K. 1999. Characterization of natural organic matter

- from eight Norwegian surface waters: proton and copper binding. *Environ. Int.*, 25: 315-323.
- Tonello, K. C.; Dias, H. C. T.; Souza, A. L.; Alvares, C. A.; Ribeiro, S.; Leite, F. P. 2006. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG. *Revista Árvore*, v.30, n.5, p.849-857.
- Tucci C. & Mendes A.C. 2006. Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica. MMA; PNUD, 311p.
- Tundisi, J. G.; MatsuMUR TUNDISI, T. Água no século 21. São Paulo: Oficina de textos, 2011.
- Valle, R., Thompson, C., Salomon, P., Thompson, F., 2015. Environmental and sanitary conditions of Guanabara Bay Rio de Janeiro. *Front. Microbiol.* 6, 1232.
- Viers, J.; Dupré, B.; Gaillardet, J. 2009. Chemical composition of suspended sediments in World Rivers: New insights from a new database. *Science of the Total Environment*, 409: 853-868.
- Wang, H.J.; Yang, Z.S.; Saito., Y.; Liu, J.P.; Sun, X.X. 2007. Stepwise decrease of the Huanghe (Yellow River) sediment load (1950-2005): Impacts of climate change and human activities. *Global and Planetary Change*, 57 (3-4): 331-354.
- Warnken, K.W.; Gill, G.A., Griffin, L.L.; Santschi, P.H. 2001. Sediment-water exchange of Mn, Fe, Ni and Zn in Galveston Bay, Texas. *Marine Chemistry*. 73, 215-231.
- Zalan, P. V. & Oliveira, J. A. B. 2005. Origem e evolução estrutural do sistema de riftes-cenozóicos do sudeste do Brasil. *Boletim de geociências da PETROBRAS* - v. 13, n. 2.