

Panorama do  
conhecimento científico  
na gestão das unidades  
de conservação  
fluminenses

Avaliação de impacto  
do processo digital  
no licenciamento  
ambiental

Baía de Guanabara:  
um olhar no saneamento

Rio Paraíba do Sul:  
qualidade da água na  
Região Sul Fluminense

**ESPECIAL**

As misteriosas  
inscrições da Pedra  
da Gávea

revista  
**ineana**

janeiro > junho 2018

v. 06  
n.º 01

► **Governo do Estado do Rio de Janeiro**  
Luiz Fernando de Souza, governador

**Secretaria de Estado do Ambiente**  
Marco Aurélio Damato Porto, secretário

**Instituto Estadual do Ambiente**  
Marcus de Almeida Lima, presidente

**Diretoria de Licenciamento Ambiental**  
Nestor Prado Junior, diretor

**Diretoria de Pós-Licença**  
José Maria Mesquita Jr., diretor

**Diretoria de Biodiversidade, Áreas Protegidas e Ecosistemas**  
Paulo Schiavo Júnior, diretor

**Diretoria de Gente e Gestão**  
Antoine Lousao, diretor

**Diretoria de Recuperação Ambiental**  
Ruy Geraldo Corrêa Vaz Filho, diretor

**Produção editorial**  
Gerência de Publicações e Acervo Técnico  
(GEPAT/DIGGES)

**Coordenação editorial**  
Tania Machado

**Revisão**  
Sandro Carneiro  
Alessandra Araujo

**Normalização**  
Wellington Lira

**Fotos**  
Acervo INEA

**Diagramação**  
Wellington Pires  
Paula Azevedo  
Julia Coni

**Capa**  
Área de Proteção Ambiental de Massambaba, na Região dos  
Lagos, no Rio de Janeiro

Foto: Yan Bonder

**Conselho Editorial**

Alceo Magnanini  
Alcides Pissinatti  
André França  
Antonio Carlos Freitas de Gusmão  
Deise de Oliveira Delfino  
Leonardo Daemon  
Liane da Cruz Cordeiro Moreira  
Marlus N. P. B. V. Oliveira  
Norma Crud Maciel  
Tania Machado

© Instituto Estadual do Ambiente (INEA)

Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução  
de dados e informações contidas nesta publicação,  
desde que citada a fonte. Os artigos são de inteira  
responsabilidade de seus autores.

**Periodicidade:** semestral

**Disponível também em:**  
[www.inea.rj.gov.br](http://www.inea.rj.gov.br) > Estudos e Publicações >  
Publicações

**Endereço para correspondência:**  
Gerência de Publicações e Acervo Técnico  
Av. Venezuela, 110 - Térreo - Saúde  
CEP 20081-312 - Rio de Janeiro - RJ

**inea** instituto estadual  
do ambiente

## 4 Editorial

## 6 Panorama do conhecimento científico na gestão das unidades de conservação fluminenses

Liane da Cruz Cordeiro Moreira  
Beatriz Soares Souza  
Deise de Oliveira Delfino  
Clarice Costa Gomes Pinto  
Fabiana Caitano da Silva Bandeira

## 16 Avaliação de impacto do processo digital no licenciamento ambiental

Carlos Alberto Couto da Silva Junior

## 34 Baía de Guanabara: um olhar no saneamento

Marlus Oliveira  
Guido Gelli  
Stella Procópio  
Nelson Correia  
Leonardo Daemon

## 48 Rio Paraíba do Sul: qualidade da água na Região Sul Fluminense

Luís Fernando Faulstich Neves  
Cristina Aparecida Gomes Nassar  
Luiz Constantino da Silva Junior

## 62 ESPECIAL As misteriosas inscrições da Pedra da Gávea

Alceo Magnanini

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do INEA

R454 Revista Ineana/Instituto Estadual do Ambiente.  
— v.6, n.1 (jan./jun. 2018)—Rio de Janeiro: INEA, 2018 -  
ISSN: 2238-2496

1. Meio ambiente—Rio de Janeiro. 2. Meio ambiente—Periódicos. I. Título.  
CDU 628(815.3)

# editorial

## › Marcus de Almeida Lima

Presidente do Instituto Estadual do Ambiente (INEA)

**N**esta edição da nossa, e “nova” Ineana, encontramos temas que historicamente recebem pouca atenção dos nossos gestores e mesmo do conjunto dos servidores, mas que, ao longo dos últimos três anos, têm avançado bastante.

Inicialmente, quero destacar o artigo “Panorama do Conhecimento Científico na Gestão das Unidades de Conservação Fluminense” como uma amostra dessa inovação. O trabalho faz uma análise das pesquisas realizadas nas áreas protegidas pelo INEA liberadas a esse tipo de atividade. A partir da constatação de que temos coletado muitos dados ao longo dos anos, mas ainda temos pouca “informação”, o Núcleo de Pesquisas da Diretoria de Biodiversidade, Áreas Protegidas e Ecossistemas (DIBAPE) entendeu que o aproveitamento das pesquisas na gestão e no manejo das Unidades de Conservação do INEA precisa ser aprimorado. Para isso, já adotou algumas medidas de simplificação dos procedimentos para autorização de pesquisa, assim como promoveu a realização de encontros científicos e a construção de alojamentos para os pesquisadores. Isso para estimular ainda mais o trabalho de pesquisa em nossas UCs. A relação positiva entre o número de pesquisas e a infraestrutura oferecida pelas UCs, inclusive, é um dos pontos destacados no trabalho.

Proteger, conservar, recuperar, e cada vez mais CONHECER... Adquirir conhecimento sempre foi para o ser humano um ato de sobrevivência e preservação. A necessidade de compreender o mundo e encontrar explicações e soluções para

a ocorrência de fatos e fenômenos e interagir com essa realidade levou o ser humano à construção de ideias, meios, teorias e práticas que nos têm levado a atingir patamares inconcebíveis há apenas alguns milhares de anos. Nesse sentido, conhecer é também um ato social. E embora nem sempre usufruído por todos, acreditamos que o conhecimento deve ser estendido a todos os que buscam compreender a complexidade das relações que se desenvolvem no ambiente, para transformá-las em benefício do planeta e da humanidade. Democratizar o conhecimento é trabalhar para a construção de uma sociedade cada vez mais cidadã, e por consequência, cada vez mais predisposta a conviver de maneira saudável com o ambiente que nos cerca, nos supre e nos anima.

Outro tema, que tem sido a tônica dessa gestão, e que carecia de uma abordagem mais “científica”, é o Licenciamento Ambiental. A implantação do Processo Administrativo Digital na análise dos requerimentos de licenciamento é o tema do artigo “Avaliação de impacto do processo digital no licenciamento ambiental”. O objetivo do autor ao escrevê-lo foi avaliar como a substituição dos processos físicos por digitais impactou o tempo de emissão dos instrumentos de licenciamento ambiental expedidos pelo INEA. Segundo os resultados do estudo, depois que o processo digital foi adotado, o tempo de emissão das licenças caiu 68 dias, em média. Os próximos passos, conforme sugerido no trabalho, são a realização de um segundo estudo, em um futuro próximo, para identificar novas mu-

danças no tempo do licenciamento, além de uma análise que comprove que os benefícios obtidos com o projeto foram maiores do que os seus custos. Tão importante quanto à celeridade no tratamento dos requerimentos de licença ambiental, é o aumento na transparência do processo, aspecto que eventualmente deverá ser explorado em outro trabalho exclusivamente sobre isso.

O terceiro artigo, “Baía de Guanabara: um olhar no saneamento”, trata da degradação desse importante cartão-postal do Rio de Janeiro, que desde os anos 1950 vem perdendo qualidade ambiental. Especificamente, o trabalho reúne dados sobre o saneamento básico da região que a SEA e o INEA, em conjunto com consultorias internacionais especializadas, apuraram durante a elaboração do Boletim de Saúde Ambiental da Baía de Guanabara, lançado em 2017. Esse levantamento foi feito porque, segundo os autores, um dos problemas verificados na gestão da Baía de Guanabara é o compartilhamento insuficiente de dados a respeito da qualidade das suas águas, que há muito tempo recebem esgoto sem tratamento dos municípios do entorno.

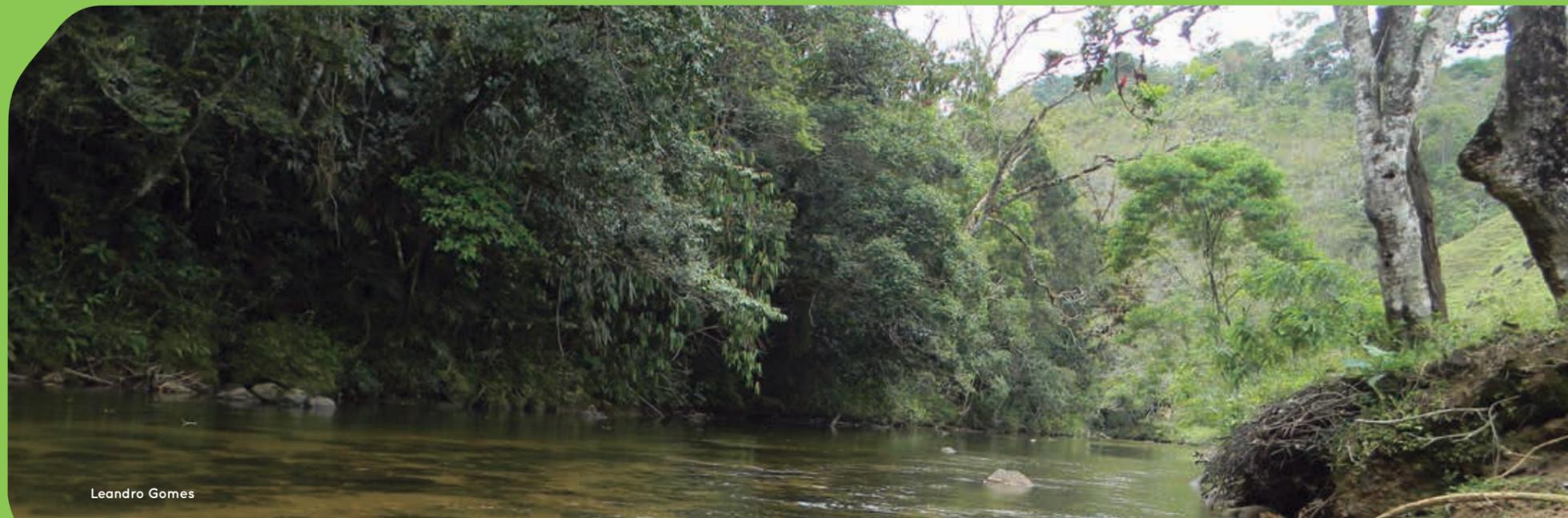
Seguindo a linha do trabalho anterior, o artigo “Rio Paraíba do Sul: qualidade da água na Região Sul Fluminense” analisa como a água do citado rio se comportou entre os 2000 e 2015 no trecho entre os municípios de Porto Real e Volta Redonda. De acordo com os autores, foram avaliados parâmetros físicos, químicos e biológicos, coletados pelas estações de amostragem do INEA na calha principal do Rio Paraíba do Sul. Com base no levantamento, chegou-se

à conclusão que, para melhorar a qualidade da água no trecho de rio avaliado, são imprescindíveis políticas mais eficientes, a conscientização ambiental da população envolvida e, principalmente, investimentos no reflorestamento e no saneamento urbano.

Fechando a edição, o especial “As Misteriosas Inscrições da Pedra da Gávea”, de autoria do engenheiro-agrônomo Alceo Magnani, com quase 70 anos dedicados ao meio ambiente, faz uma análise das chamadas inscrições existentes na Pedra da Gávea, localizada no Parque Nacional da Tijuca, no município do Rio de Janeiro. O trabalho, que se concentra em investigar as fendas existentes no imenso bloco rochoso encontrado no topo da gigantesca montanha da Gávea, conclui que várias dessas inscrições foram provocadas pela erosão. Por outro lado, destaca, em relação a um conjunto específico de fendas, que atribuí-las apenas à ação do intemperismo não é suficiente para explicar o surgimento delas.

Enfim, é com muita satisfação que apresento a todos os nossos leitores esta edição da Ineana, que, a partir desse número, abre espaço a todos os pesquisadores e técnicos que queiram contribuir para a discussão da temática ambiental. Lembrando que, a missão de todos nós, servidores de um órgão ambiental, é buscar a cada dia, a cada decisão, a compatibilização entre a conservação do meio ambiente e o desenvolvimento econômico e social.

Boa leitura!



Leandro Gomes

# Panorama do conhecimento científico na gestão das unidades de conservação fluminenses

## *Panorama of scientific knowledge in the management of Rio de Janeiro State Protected Areas*

› Liane da Cruz Cordeiro Moreira; Beatriz Soares Souza; Deise de Oliveira Delfino; Clarice Costa Gomes Pinto; Fabiana Caitano da Silva Bandeira

### › Resumo

Pesquisas científicas são pilares para resolução de conflitos, manejo dos serviços ambientais e planejamento de áreas naturais protegidas. Analisamos pesquisas realizadas nas Unidades de Conservação (UCs) geridas pelo Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA), visando discutir sua aplicação na gestão e manejo destas. Além disso, realizou-se uma comparação com Pinto et al. (2014), apresentado no II Simpósio Nacional de Áreas Protegidas. Notaram-se grandes semelhanças com Pinto et al. (2014). Do total crescente de projetos cadastrados pelo INEA entre 2004 e 20/11/2017, predominam as temáticas: Ecologia, Zoologia e Botânica, reforçando sua tradição nos estudos realizados em áreas com bom estado de conservação. Ressalta-se a notória relação positiva entre o número de pesquisas e a infraestrutura de apoio aos pesquisadores, bem como entre a emissão de autorizações e a facilidade de acesso às UCs. A maioria das instituições de pesquisa atuantes é, portanto, sediada no Rio de Janeiro. O aproveitamento das pesquisas pelo INEA precisa ser aprimorado, de modo que o órgão vem adotando estratégias, destacando-se: a revisão da normativa regulamentadora das atividades de pesquisa nas UCs; a realização de Encontros Científicos; a construção de alojamentos para pesquisadores; e a elaboração de um sistema e de um banco de dados espaciais de cadastramento eletrônico das pesquisas, que permitirão a avaliação integrada do conhecimento e seu melhor aproveitamento na gestão e no manejo das UCs.

### Palavras-chave

Pesquisa Científica. Conhecimento. Unidades de Conservação. Áreas Naturais Protegidas. Gestão. Manejo.

### › Abstract

Scientific researches are pillars of conflict resolution, management of environmental services and planning of natural protected areas. We analyzed researches performed at the protected areas – PA, managed by the State Institute of the Environment of Rio de Janeiro – INEA / RJ, aiming to discuss its application in the management of these. In addition, a comparison was made with Pinto et al. (2014), presented at II National Symposium on Protected Areas, and found large similarity. Of the total number of projects registered by INEA between 2004 and 11/20/2017, the themes of Ecology, Zoology and Botany predominates, reinforcing its tradition in studies produced in areas with good conservation status. It is worth mentioning the well-known positive relationship between the number of researches and the supporting researchers infrastructures, as well as between issuance of authorizations and ease access to the PA. Most of the acting research institutions, therefore, are based at RJ. The use of research results by INEA needs to be improved, so that strategies has been adopting, especially: the revision of the regulation normative of the research activities in the PA; the holding of Scientific Meetings; the construction of supporting infrastructures; the Implementation of electronic system and database for registration of the projects, which will allow the integrated evaluation of scientific knowledge and its better use in the management of PA.

### Keywords

Scientific Research, Knowledge, Natural Protected Areas, Management.



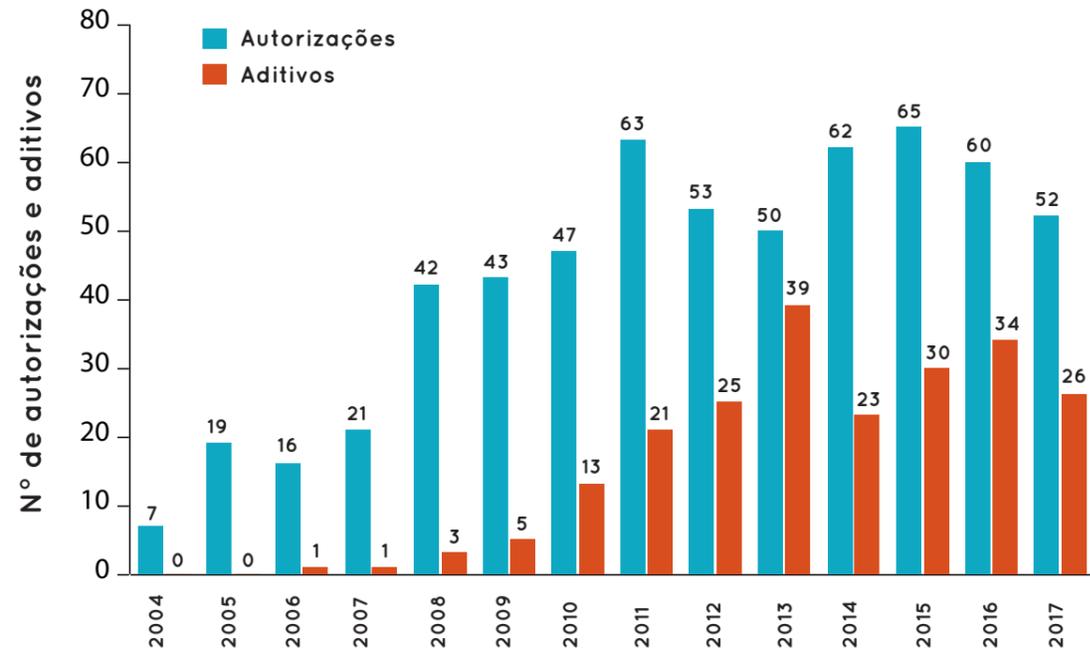


Figura 2 – Pesquisas e aditivos autorizados pelo INEA, por ano, entre 2004 e 20/11/2017  
Fonte: Elaborada pelos autores

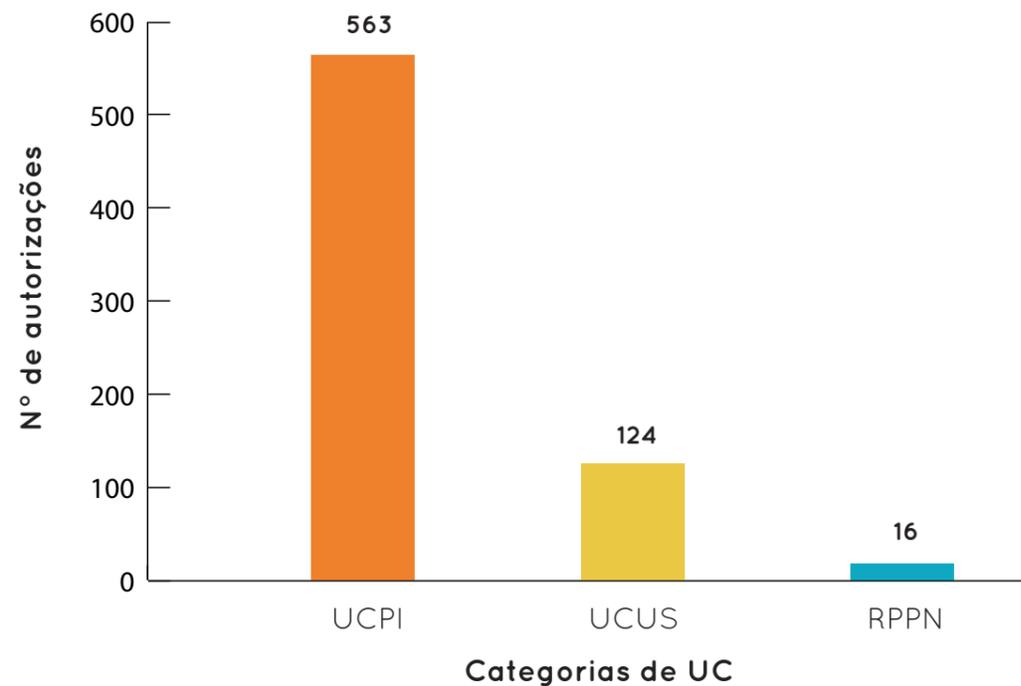


Figura 3 – Número de autorizações emitidas distribuídas por tipologia de UC entre 2004 e 20/11/2017  
Fonte: Elaborada pelos autores

Tal padrão pode ser explicado porque as UCPI abrigam áreas em melhor estado de conservação; além disso, pelo SNUC, a realização de pesquisas científicas em APA e RPPN

não depende da prévia aprovação do órgão ambiental; e por fim, apenas em 2008 e 2013, o INEA iniciou os registros de pesquisas em UCUS e RPPN, respectivamente.

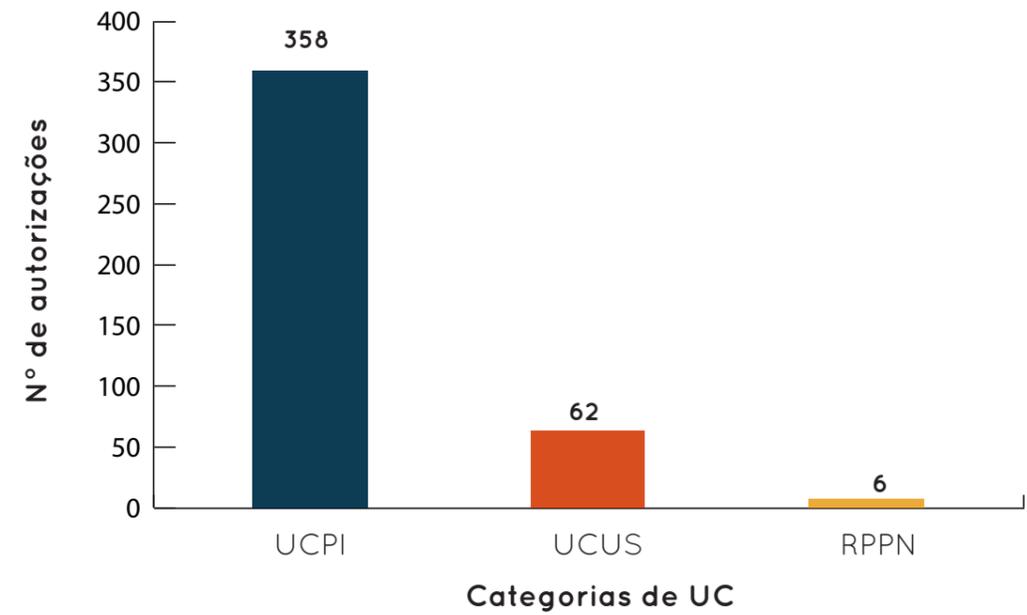


Figura 4 – Número de autorizações emitidas entre 2004 e 2013  
Fonte: Pinto et al., 2014

As UCs com maior percentual de pesquisas são: os Parques Estaduais da Ilha Grande (PEIG), dos Três Picos (PETP) e da Pedra Branca (PEPB), respectivamente (Figura 5), o que corrobora os resultados de Pinto et al. (2014) e Rizo (2013), e se aproxima dos dados de

Mendes & Abrahão (2009), que observaram as mesmas três UCs como detentoras do maior número de autorizações, porém em ordem inversa (Figura 6).

De 2013 até o momento, observou-se a diminuição percentual de pesquisas autorizadas nessas três

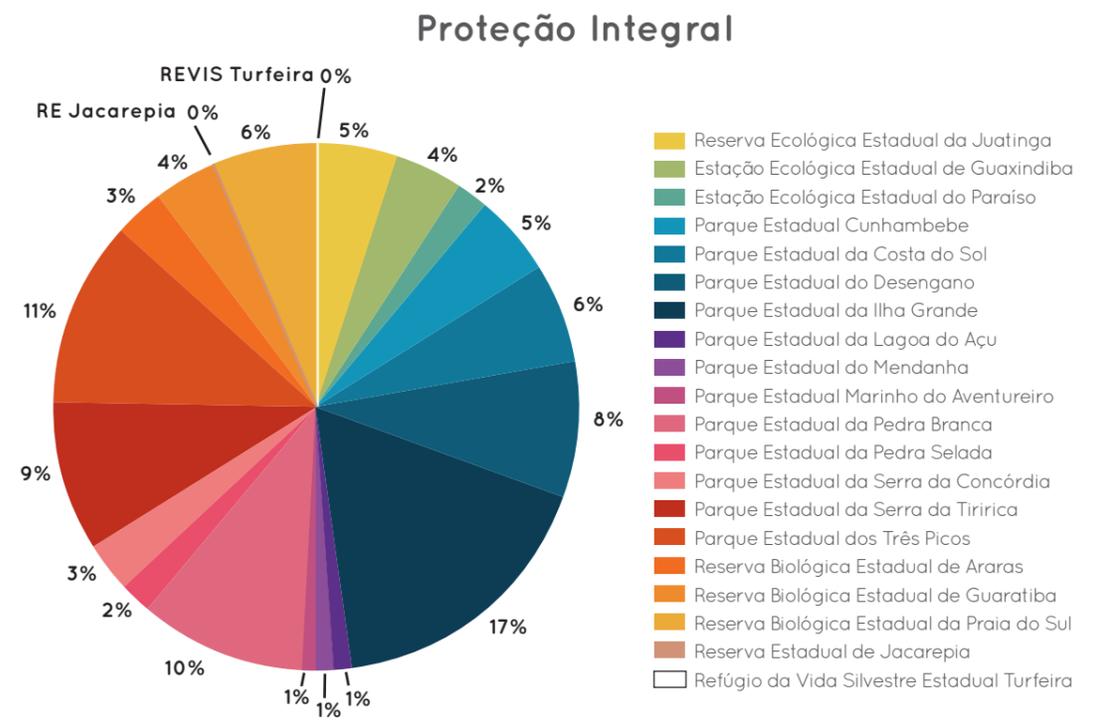
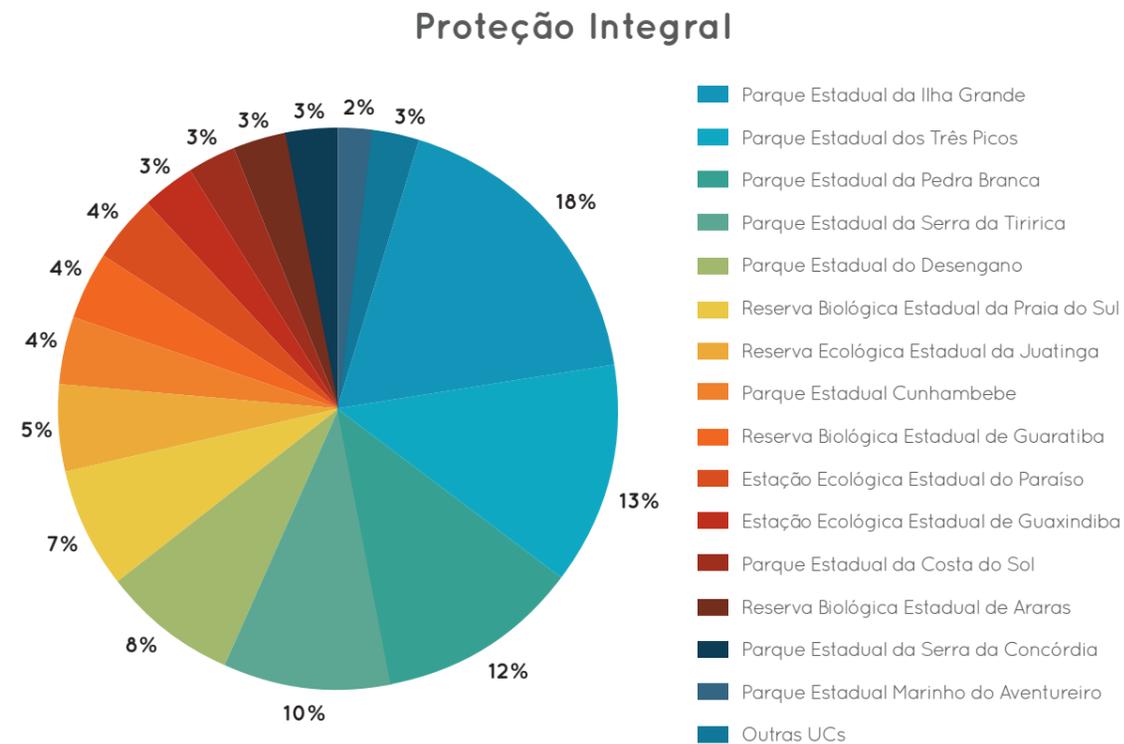


Figura 5 – Percentual de pesquisas por Unidade de Conservação do grupo proteção integral entre 2004 e 20/11/2017  
Fonte: Elaborada pelos autores



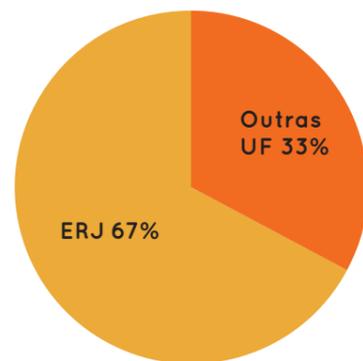
**Figura 6** – Percentual de pesquisas por Unidade de Conservação do grupo proteção integral entre 2004 e 2013  
**Fonte:** Pinto et al, 2014

UCs, a despeito do aumento total no número de autorizações, indicando que o conjunto das demais UCs está sendo mais procurado para estudos. Ressalta-se a notória relação positiva entre o número de pesquisas e a infraestrutura de apoio aos pesquisadores (PEIG, PETP e PED), bem como entre o maior

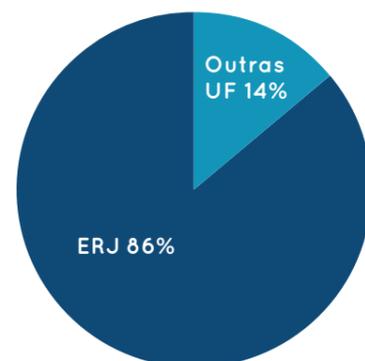
número de emissão de autorizações e a facilidade de acesso às UCs (PEPB e PESET). A pouca infraestrutura tende a desmotivar investigadores de outros estados, o que corrobora Pinto et al. (2014) (Figura 7a); e mostra que 86% do total de instituições estão sediadas no Rio de Janeiro (Figura 7b).

### Instituições de pesquisa

a) 2014 - 2013



b) 2014 - 20/11/2017

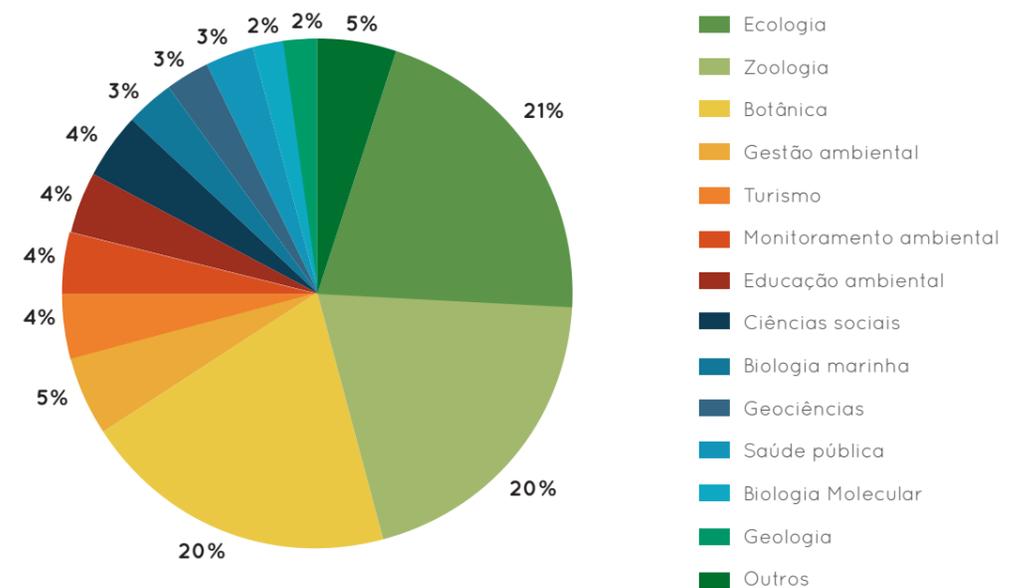


**Figura 7** – Percentual de instituições de pesquisa cadastradas no Núcleo de Pesquisa do Inea, relacionadas aos locais de sede, entre 2004 e 2013 (a) e entre 2004 e 20/11/2017 (b)  
**Fonte:** (a) Pinto et al., 2014  
 (b) Elaborada pelos autores

A análise das linhas de pesquisa revela a execução, principalmente, de projetos de Ecologia, Zoologia e Botânica, que correspondem a mais de 60% das pesquisas realizadas (21%, 20% e 20% do total, respectivamente) (Figura 8). Percebe-se também que os temas: Turismo, Gestão e Edu-

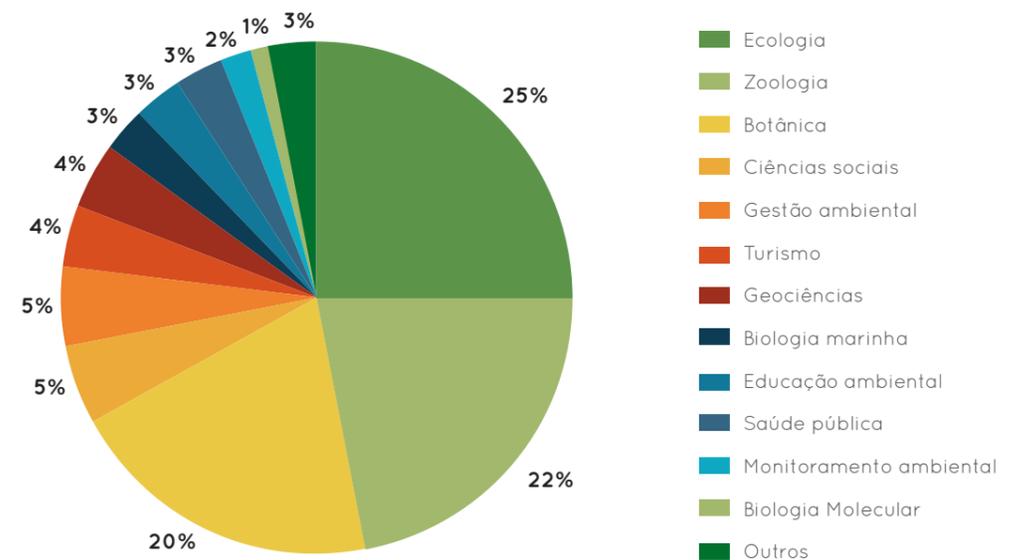
cação Ambiental seguem despontando, à semelhança dos dados encontrados por Pinto et al. (2014) (Figura 9). Sobre isso, destaca-se que as pesquisas referentes a monitoramento ambiental, que, em 2014, equivaliam a apenas 1% do total, atualmente alcançam 4%.

### Linhas de pesquisas - 2004 a 20/11/2017



**Figura 8** – Percentual de pesquisas científicas cadastradas no Serviço de Planejamento e Pesquisa (SEPES) do INEA, entre 2004 e 20/11/2017, por área do conhecimento  
**Fonte:** Elaborada pelos autores

### Linhas de pesquisas - 2004 a 2013



**Figura 9** – Percentual de pesquisas científicas cadastradas no SEPES, entre 2004 e 2013, por área do conhecimento  
**Fonte:** Elaborada pelos autores

### 3. Impactos para conservação e desdobramentos

Grande parte das pesquisas registradas foi elaborada espontaneamente, ou seja, sem considerar as demandas das UCs. Todo conhecimento é importante, porém, nem todos os estudos auxiliam de imediato a gestão das UCs, de modo que um programa de fomento aos estudos focados nas demandas de cada uma se torna essencial. A maior parte das UCPI estaduais já possui Plano de Manejo, que trazem Programas de Pesquisa, organizadores e sistematizadores das demandas por pesquisas nas unidades.

O crescente número de pesquisas científicas inspira discussões no INEA acerca da atualização da Portaria IEF/RJ/PR nº 227/2007, a fim de adequá-la às alterações normativas ocorridas desde sua publicação e à criação de um sistema mais eficiente de cadastramento das atividades de pesquisa.

Questões referentes à infraestrutura de apoio estão intimamente ligadas ao maior contingente de pesquisas e, nesse sentido, a construção de alojamento para pesquisadores é assunto em pauta no órgão, estando prevista sua implementação, em médio prazo, para quase todas as UCPI que ainda não apresentam essa infraestrutura.

Todas essas iniciativas representam um pontapé inicial para uma gestão calcada no conhecimento científico, na qual o diálogo entre o órgão ambiental e a academia é priorizado em todas as ações voltadas ao manejo e à conservação da UC, o que pode ser notado, inclusive, através da participação de vários servidores do INEA no Mestrado Profissional em Biodiversidade em Unidades de Conservação do JBRJ.

### 4. Agradecimentos

Agradecemos aos pesquisadores que vêm trabalhando nessas unidades; aos gestores das UCs por todo o apoio dado às pesquisas; à bióloga Ana Carolina Marques de Oliveira (INEA) pela revisão do trabalho; e a toda a equipe da DIBAPE/INEA pela união no enfrentamento aos problemas de gestão das UCs.

### Referências bibliográficas

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidade de Conservação

da Natureza (SNUC). *Diário Oficial da União*, Congresso, Brasília, 18 de jul. 2000. Seção 1, p.1.

ERVIN, J. Protected area assessments in perspective. *BioScience*, v. 53, n. 9, set. 2003, p. 819-822.

FARIA, H. H. **Eficácia de gestão de unidades de conservação gerenciadas pelo Instituto Florestal de São Paulo, Brasil**. 2004. xxi, 401 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2004.

FUNDAÇÃO INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (Rio de Janeiro). Portaria IEF/RJ/PR nº227 de 18 de dezembro de 2007. [S.l.]: Rede Latino-Americana de Ministério Público Ambiental, 2007. Disponível em: <[http://conservacao.mpambiental.org/wp-content/uploads/2015/05/Portaria\\_IEF\\_RJ\\_PR\\_227\\_2007\\_regulamenta\\_pesquisas\\_UCs.pdf](http://conservacao.mpambiental.org/wp-content/uploads/2015/05/Portaria_IEF_RJ_PR_227_2007_regulamenta_pesquisas_UCs.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2017.

FUNDAÇÃO SOS Mata Atlântica. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (Rio de Janeiro). **Atlas das Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Metalivros, 2015. 171 p.

MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. *Ambiente & sociedade*, Campinas, SP, v. 9, n. 1, p. 41-64, jun. 2006.

MENDES, C. P. A.; ABRAHÃO, J. R. Pesquisa em unidades de conservação do Grupo de Proteção Integral: caso concreto das unidades do Estado do Rio de Janeiro sob gestão do Instituto Estadual do Ambiente - INEA. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO*, 6., 2009, Curitiba. *Anais...* Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2009.

PINTO, C. C. G.; BARROS, F. A.; BANDEIRA, F. C. S. Conhecimento científico na gestão das unidades de conservação estaduais do Rio de Janeiro. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS*, 2., 2012, Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa, MG: [s. n.], 2012.

RIZO, M. A. **O Atual Estado de Conhecimento da Anurofauna da Ilha Grande, Angra dos Reis - RJ**. 2013. 90f. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) - Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, 2013.

## Sobre os autores

### Liane Moreira

Mestre em Biodiversidade em Unidades de Conservação pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro (2015) e em Educação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) (2013). Graduada em Ciências Biológicas (modalidade Ecologia) pela UFRJ (2009) e licenciada em Ciências Biológicas pela UFRJ (2007). Atua no Serviço de Planejamento e Pesquisa Científica do INEA desde 2015. Em 2018, passou a integrar o Conselho Editorial da Revista Ineana.

### Beatriz Souza

Graduada em Ciências Biológicas (ênfase em ecologia) pela Universidade Veiga de Almeida. Foi estagiária do Núcleo de Pesquisa (NUPES) do INEA e no Laboratório de Paleoecologia Vegetal do Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional/UFRJ. Possui experiência na área de Botânica, com ênfase em Paleobotânica.

### Deise de Oliveira Delfino

Doutora e mestre (2009) em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2009); graduada e licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (2007). No INEA desde 2014, foi chefe do Serviço de Planejamento e Pesquisa da Gerência de Unidades de Conservação, e atualmente é gerente de Visitações, Negócios e Sustentabilidade. Tem experiência na gestão de Unidades de Conservação.

### Clarice Costa Gomes Pinto

Especialista em Gestão Ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2009), e graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Santa Úrsula (2007). Trabalhou na SEA (2008 a 2013) e atualmente atua no Núcleo de Pesquisas da Gerência de Unidades de Conservação do INEA. Possui experiência na área de Biologia Geral, com ênfase em Gestão de Unidades de Conservação.

### Fabiana Bandeira

Doutora (2006) e mestre (2001) em Ciências Morfológicas pela UFRJ. Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade de Brasília (1999). Entre 2009 e 2017, atuou no Serviço de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas (DIBAPE) do INEA. Também desenvolveu pesquisa sobre a aplicação da ciência na gestão ambiental.

1



2

# Avaliação de impacto do processo digital no licenciamento ambiental

## Impact assessment of the digital process in environmental licensing

› Carlos Alberto Couto da Silva Junior

› Resumo

Este artigo pretende avaliar o efeito da implantação do processo administrativo digital no procedimento de análise dos requerimentos de licenciamento ambiental recebidos pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Os resultados aferem o impacto desse projeto no tempo de emissão dos instrumentos de licenciamento ambiental expedidos pelo INEA, no exercício de 2016. Este trabalho adota uma perspectiva descritiva quanto ao seu fim e uma perspectiva de pesquisa de campo e experimental quanto aos seus meios. De acordo com os resultados apresentados, pode-se afirmar que o referido projeto produziu impacto positivo sobre os beneficiários, reduzindo em 68 dias, em média, o tempo de emissão daqueles instrumentos que sofreram a intervenção do projeto no tempo t1; isto é, posterior à sua adoção. Em seguida, sugere-se a replicação do estudo, em um futuro próximo, para identificar mudanças, ou não, no tempo t2 e a realização da análise do retorno econômico a fim de se confrontar os benefícios obtidos com os custos compreendidos no projeto.

### Palavras-chave

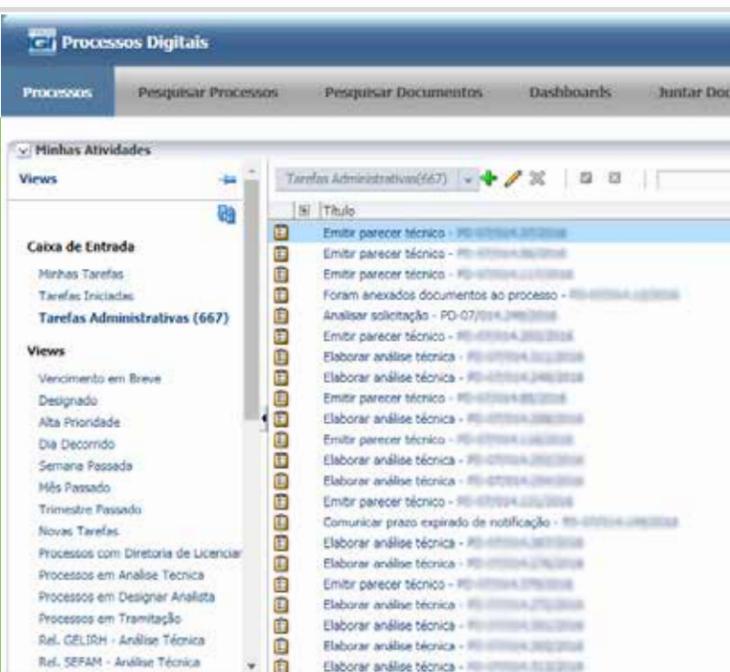
Avaliação de Programas. Avaliação de Impacto. Processo Administrativo Digital.

› Abstract

This paper intended to evaluate the effect of the implementation of the digital administrative process in the analysis process of the environmental licensing requirements received by the Instituto Estadual do Ambiente (INEA). The results of this research sought to assess the impact of this project on the issuance time of the environmental licensing documents issued by INEA in the year 2016. This work adopted a descriptive perspective regarding its end and a perspective of field and experimental research regarding its means. According to the presented results, it can be affirmed that this project had a positive impact on the beneficiaries, implying a reduction of 68 days, on average, on the issuance time of those instruments that suffered the intervention in time (t1), that is, after its adoption. Next, we suggested the replication of the study in the near future to identify changes or not in time (t2) and the execution of the economic return analysis to confront the benefits obtained with the costs incurred in the project.

### Keywords

Evaluation of Programs. Impact Assessment. Digital Administrative Process.



3



4

Páginas do Sistema do Processo Administrativo Digital (1, 2 e 3) e do portal do Inea em que são divulgadas informações sobre os requerimentos feitos por via digital

## 1. Introdução

A sociedade contemporânea se caracteriza, principalmente, por seu constante estado de transformação, sobretudo no campo tecnológico, o qual exige a mobilização de esforços governamentais para responder aos múltiplos desafios que a era do conhecimento apresenta. Nesse cenário, os cidadãos impõem ao Estado e aos seus governantes a capacidade de se adaptar constantemente à complexidade do sistema no qual estão inseridos.

De forma idêntica, a atuação do setor ambiental sofre grande pressão, especialmente, de dois grandes atores. De um lado, a sociedade exige políticas ambientais que, ao mesmo tempo, ajudem a preservar os recursos naturais ainda existentes e a recuperar aqueles degradados, o que requer amplas ações de regulação, monitoramento e fiscalização ambiental de modo atuante, transparente e eficaz. De outro, o setor produtivo manifesta intensamente o anseio por um sistema de licenciamento ambiental ágil, inovador e eficiente, que não represente um obstáculo ao desenvolvimento econômico e à geração de empregos, situação ainda mais agravada em períodos de crise socioeconômica, como o atual.

Diante desse papel estratégico no desenvolvimento socioeconômico, o setor ambiental do Estado do Rio de Janeiro caminha no sentido da reorganização e racionalização de sua estrutura administrativa, da simplificação de todo o seu arcabouço legal, normativo e processual e da orientação de seu modelo de gestão para o alcance de resultados. É nesse contexto que se insere o projeto intitulado “Processo Administrativo Digital (PAD)”, parte integrante de um programa de simplificação do licenciamento ambiental, cujo principal objetivo consiste no aumento expressivo do percentual de resposta dentro do prazo legal dos requerimentos integrantes do Sistema Estadual de Licenciamento Ambiental (SLAM) do Rio de Janeiro, operado pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

### 1.1 Objetivo da avaliação, situação-problema e hipóteses

Este estudo avaliativo tem o objetivo de avaliar o efeito da implantação do processo administrativo digital no procedimento de análise dos requeri-

mentos de licenciamento ambiental recebidos pelo INEA (Figura 1). Assim, vislumbrou-se aferir o impacto desse projeto no tempo de emissão dos instrumentos SLAM expedidos pelo INEA, no exercício de 2016. A motivação veio da noção de que a demora característica do setor ambiental em dar respostas aos empreendedores representa um dos principais entraves ao desenvolvimento econômico do estado em referência.

De acordo com a situação-problema apresentada, e para o alcance do objetivo proposto, fez-se necessária a elaboração de uma questão avaliativa, cuja finalidade consistiu em produzir respostas para basear o julgamento do impacto do projeto, servindo, também, como um foco para a sua condução. Caso contrário, os resultados poderiam ser comprometidos (WORTHEN; SANDERS; FITZPATRICK, 2004).

**O setor ambiental do Estado do Rio de Janeiro caminha no sentido da reorganização e racionalização de sua estrutura administrativa, da simplificação de todo o seu arcabouço legal, normativo e processual e da orientação de seu modelo de gestão para o alcance de resultados**

Assim, a seguinte questão avaliativa foi estabelecida como norteadora deste estudo: até que ponto o processo administrativo digital impactou o tempo de emissão dos instrumentos SLAM a cargo do INEA?

A hipótese nula ( $H_0$ ) é a de que não houve impacto por não existir relação de causa e efeito entre a intervenção do projeto e os resultados aferidos no tempo  $t_i$ ; neste caso, as flutuações encontradas poderiam ser atribuídas ao acaso. Já a hipótese alternativa ( $H_a$ ) é a de que houve impacto por



**Figura 1** - Objetivo e hipótese do estudo sobre o efeito da implantação do processo administrativo digital no licenciamento ambiental realizado pelo INEA  
**Fonte:** Elaborada pelo autor

existir relação de causa e efeito entre a intervenção do projeto e os resultados obtidos no tempo  $t_i$ ; neste caso, as flutuações encontradas estariam livres da influência de outros fatores que não o próprio efeito da intervenção.

Para tanto, utilizou-se como variável dependente (Y) o indicador de tempo de emissão dos instrumentos SLAM e como variáveis independentes, as características observáveis descritas a seguir:

- **Tratamento** - distingue aqueles instrumentos SLAM que sofreram intervenção do projeto daqueles que não sofreram;
- **Notificação** - diferencia aqueles instrumentos SLAM em que ocorreram pendências por parte dos requerentes daqueles em que não ocorreram;

- **Complexidade** - caracteriza os instrumentos SLAM que requereram análises técnicas robustas;
- **Monitoramento** - especifica os instrumentos SLAM que sofreram acompanhamento pormenorizado no tocante à sua tramitação; e
- **Dependência** - discrimina os instrumentos SLAM que requereram suporte analítico por parte de outra unidade administrativa.

A inclusão dessas variáveis independentes como controles nas regressões procurou explicar a participação e os resultados potenciais dos indivíduos participantes, aqui representados pelos instrumentos do Sistema Estadual de Licenciamento Ambiental. Neste estudo, as variáveis independentes foram denominadas em conjunto como vetor  $X_i$ .

## 1.2 Justificativa do estudo e delimitação da avaliação

O estudo se justifica pela pretensão do INEA em aferir a agilidade na emissão de instrumentos obtida estritamente pelo efeito da intervenção do projeto. A partir dos resultados, pretende-se subsidiar as decisões sobre o aprimoramento do projeto ou, até mesmo, sobre a sua continuidade, ampliação ou encerramento.

Este estudo fixa especial atenção nos instrumentos SLAM, provenientes de processos administrativos digitais ou não, emitidos pela Gerência de Licenciamento de Recursos Hídricos (GELIRH), no exercício de 2016.

Dessa forma, ficaram de fora do estudo: os requerimentos sem relação com o SLAM, bem como aqueles classificados como “passivos de análise”; os instrumentos SLAM emitidos pelas superintendências e demais gerências que não a GELIRH; e o contexto no qual o grupo de tratamento está inserido e deste sofre influência direta ou indireta. A delimitação do objeto teve três principais motivações: a adoção integral do projeto à época do estudo por apenas um setor-piloto, o tempo necessário para a realização do estudo em larga escala e a restrita disponibilidade de recursos para sua execução nessa magnitude.

## 2. Avaliação de programas

De modo geral, os cidadãos têm aumentado o seu interesse e cobrança em relação ao custo e ao nível de qualidade dos programas públicos e de seus respectivos componentes (projetos, atividades, serviços, produtos e resultados) disponíveis à sociedade.

*Um programa público pode ser definido como uma “intervenção planejada e constante que procura chegar a alguns resultados específicos em resposta a um problema [...] detectado previamente.”* (WORTHEN; SANDERS; FITZPATRICK, 2004, p. 98).

Nesse sentido, os administradores precisam de procedimentos formais de avaliação para que as deci-

sões relativas aos programas sejam racionais. Caso contrário, muito tempo será desperdiçado em decisões orientadas por conjecturas ou por percepções subjetivas, e não por conhecimento de causa.

Assim, em uma avaliação formal:

*[...] as opções se baseiam em esforços sistemáticos para definir critérios explícitos e obter informações acuradas sobre as alternativas (possibilitando com isso a determinação do real valor das alternativas).* (WORTHEN; SANDERS; FITZPATRICK, 2004, p.38) (Grifo dos autores).

A avaliação de programas, nesse contexto, se insere como instrumento de tomada de decisão que se destina a julgar o valor do programa em si ou de seus componentes em um determinado contexto, revelando, por exemplo, se os objetivos pretendidos foram alcançados, se a qualidade esperada foi atendida ou se houve impacto sobre os beneficiários.

De acordo com a taxionomia proposta por Worthen, Sandres e Fitzpatrick (2004), a avaliação de programas é composta por abordagens centradas em seis aspectos: objetivos, administração, consumidor, especialistas, adversário e participante.

Essas abordagens se apoiam em diversas técnicas, para que atinjam seus fins. Entre elas, destacam-se: avaliação de contexto, avaliação de insumo, avaliação de processo, avaliação de produto, avaliação de desempenho, avaliação de resultado, avaliação de impacto e meta-avaliação.

### 2.1 Avaliação de impacto

Os formuladores de políticas públicas, de forma continuada, propõem uma grande variedade de soluções para o atendimento dos mais diversos pleitos oriundos da sociedade civil. Igualmente, são exigidos por seus resultados e cobrados a prestar contas de modo transparente e inteligível. Contudo, apenas uma parte dessas soluções planejadas pode, de fato, ser implementada, dada a recorrente

escassez de recursos públicos. Assim, torna-se fundamental a escolha daquelas soluções mais eficazes, que abrangem a maior parte dos pleitos e a maior quantidade de beneficiários ao menor custo, como forma de garantir a alocação eficiente dos recursos e o alcance dos melhores resultados.

É nesse cenário que se insere a avaliação de impacto como instrumento que procura determinar em que medida o programa alcança seus objetivos, quais são os seus efeitos secundários (previstos e não previstos) e se as efetividades ou os benefícios superam os seus custos (COHEN; FRANCO, 2013).

**O impacto pode ser entendido como a diferença entre a situação dos beneficiários de um programa após terem participado e a situação em que estariam, caso não tivessem tido acesso a ele**

Portanto, as avaliações de impacto são necessárias para apoiar o processo de tomada de decisão pelos formuladores de políticas públicas em diversas situações, da redução de programas ineficientes à expansão daqueles altamente eficazes, passando pela adequação dos benefícios ou pela seleção de uma entre várias alternativas excludentes (GERTLER et al., 2015).

Dentre as diversas utilidades da avaliação de impacto, destaca-se o fato de ser o tipo de avaliação que determina em que medida a eficácia de um programa depende das características da população beneficiada, do momento no tempo e da natureza do ambiente socioeconômico em que ocorre (BARROS; LIMA, 2016). Sendo assim, a avaliação de impacto tem o objetivo de estimar a magnitude do efeito de um programa sobre os seus beneficiários, a partir do isolamento de sua contribuição específica, ou seja, por meio da identificação da relação causal entre o programa e os resultados de interesse. Nesse caso, avaliam-se as mudanças no bem-estar dos benefi-

ciários que podem ser atribuídas à intervenção de um programa em particular.

O impacto pode ser entendido como a diferença entre a situação dos beneficiários de um programa após terem participado e a situação em que estariam, caso não tivessem tido acesso a ele. Todavia, em um cenário ideal, para a determinação desse impacto seria necessário observar os mesmos beneficiários nessas duas situações de modo simultâneo. Como isso não é possível, as metodologias de avaliação de impacto procuram determinar a magnitude do efeito a partir da diferença observada nos resultados obtidos entre dois grupos estatisticamente idênticos, sendo um que sofreu a intervenção, denominado “grupo de tratamento”, e outro que não sofreu a intervenção, denominado “grupo de controle”.

Diversas são as metodologias de avaliação de impacto. A principal diferença entre elas é a forma pela qual se estima o contrafactual, isto é, os critérios utilizados para a composição do grupo de controle. Basicamente, a determinação dos integrantes do grupo de controle se dá ou a partir do método experimental – seleção aleatorizada –, ou por meio de métodos quase-experimentais – regressão multivariada, pareamento, diferenças em diferenças, variáveis instrumentais e regressão descontínua.

O método de randomização é o que possui o maior poder explicativo da magnitude do efeito de um programa sobre os seus beneficiários, por promover o sorteio aleatório dos indivíduos pertencentes aos grupos de tratamento e de controle, eliminando, assim, diversas fontes de vieses nos resultados, e por fornecer o balanceamento necessário tanto das características observáveis quanto daquelas não observáveis. No entanto, diante das implicações éticas, financeiras e técnicas, nem sempre é possível aplicar o método de randomização para a escolha dos participantes. Quando isso ocorre, outros métodos não experimentais permitem a construção de um grupo contrafactual. No caso específico deste estudo, será dada atenção especial ao método de pareamento, mediante a técnica de score de propensão conjugada com a métrica de estimador de pareamento denominada “vizinho mais próximo” (Figura 2).



**Figura 2** – Procedimentos metodológicos do estudo  
**Fonte:** Elaborada pelo autor

O método de pareamento é um modelo quase-experimental que busca simular a alocação aleatória dos participantes. O objetivo é constituir um grupo de controle artificial de forma mais semelhante possível ao grupo de tratamento, em termos de determinadas características observáveis, dentro da lógica de um experimento quase natural. O pareamento parte da hipótese de que cada membro do grupo de tratamento possui um par no grupo de controle, o qual representaria o seu resultado caso não tivesse sido tratado. Desse modo, ao se promover a comparação entre esses dois grupos com base nessas características, o único fator que os diferenciaria seria a participação ou não no projeto (PINTO, 2016).

Contudo, para que o modelo alcance a sua finalidade, as características observáveis selecionadas devem ser relevantes o suficiente para explicarem tanto a decisão de participar no programa, considerando-se os fatores econômicos, sociais e políticos e o contexto em que está inserido, quanto o resultado potencial do indivíduo cujo impacto se deseja mensurar. Igualmente, é imprescindível a aceitação de que o viés gerado pelas características não-observáveis seja insignificante (RAVALLION, 2008).

O método de avaliação de impacto por pareamento fundamenta-se na hipótese de independência condicional por meio da premissa de que o vetor  $X_i$  contém todas as informações sobre o resultado potencial de um indivíduo na ausência de tratamento ( $Y_0$ ).

Assim, ao controlar pelo vetor  $X_i$ , a variável  $Y_0$  torna-se independente de  $T$  (ANGRIST; PISCHKE, 2009). A hipótese de independência condicional pode ser formalmente apresentada pela seguinte expressão:

$$(Y_i(1), Y_i(0)) \perp T_i | X_i$$

**Figura 3** – Hipótese de independência condicional, na qual:  
 $Y_i$ : Variável indicador;  
 $T_i$ : Variável tratamento;  
 $X_i$ : Variável vetor  $X_i$

**Fonte:** Pinto (2016)

Em tal situação, o resultado de um indivíduo no grupo de controle torna-se um bom previsor do resultado potencial de um indivíduo no grupo de tratamento na ausência de tratamento ( $T_0$ ), desde que ambos possuam a mesma função para o vetor  $X_i$  de características observáveis.

No entanto, é preciso que cada indivíduo no grupo de tratamento tenha um par no grupo de controle, cujo valor deve reproduzir o seu resultado na ausência de tratamento. Para tanto, torna-se imperativa a ocorrência de um suporte comum entre as regiões dos vetores  $X_i$  para os indivíduos tratados e para os indivíduos não tratados (ANGRIST; PISCHKE, 2009). Isso posto, a segunda hipótese do método é a hipótese de sobreposição, a qual pode ser escrita pela seguinte expressão:

$$0 < Pr[T_i = 1 | X_i] < 1$$

**Figura 4** – Hipótese de sobreposição, na qual:  
 $Pr$ : Sobreposição;  
 $T_i$ : Variável tratamento;  
 $X_i$ : Variável vetor  $X_i$

**Fonte:** Pinto (2016)

Nesse caso, a técnica de estimador “escore de propensão” promove o pareamento de cada indivíduo com base em uma função de  $X_i$ , que resume toda a informação contida neste vetor, em vez de um pareamento simples com base em todo o vetor, por sua dificuldade em razão do número de variáveis. Essa função - escore de propensão - é a probabilidade de o indivíduo receber tratamento, dado o conjunto de características observáveis comparáveis (GERTLER et al., 2015). De modo mais formal, pode ser enunciado da seguinte forma:

$$Y_i(0) \perp T_i | X_i \Rightarrow Y_i(0) \perp T_i | p(X_i)$$

**Figura 5** – Teorema do escore de propensão, no qual:  
 $Y_i$ : Variável indicador;  
 $T_i$ : Variável tratamento;  
 $X_i$ : Variável vetor  $X_i$ ;  
 $p$ : Probabilidade

**Fonte:** Pinto (2016)

No caso de as hipóteses de independência condicional e de sobreposição serem satisfeitas, para a estimação do efeito médio do tratamento sobre os tratados do programa em estudo, basta comparar as unidades do grupo de controle e do grupo de tratamento que apresentam a mesma probabilidade de recebimento do tratamento, isto é, o mesmo escore de propensão.

Segundo Angrist e Pischke (2009), a técnica de estimador escore de propensão percorre duas etapas: primeiro estimam-se os valores de  $P(X_i)$  em razão de algum modelo paramétrico, como o *probit* ou o *logit* em razão de as variáveis serem binárias. Em seguida, computa-se o pareamento, ou pelo valor encontrado na primeira etapa, ou pelo uso de alguma métrica que se utilize de um esquema de pesos.

A métrica de estimador do pareamento vizinho mais próximo:

[...] usa os resultados dos  $M$  indivíduos no grupo de não tratados que possuem escores de propensão mais próximos ao escore de propensão do indivíduo  $i$  para estimar qual seria o resultado do indivíduo  $i$ , caso ele não recebesse tratamento. (PINTO, 2016, p. 137-138) (Grifo dos autores).

$$\sum_{j|T_j=0, T_i=1} 1\{|\hat{P}(X_i) - \hat{P}(X_j)| \leq |\hat{P}(X_n) - \hat{P}(X_i)|\} = M$$

**Figura 6** – Métrica de estimador do pareamento vizinho mais próximo, na qual:  
 $\hat{P}$ : Estimador paramétrico do escore de propensão via logit;  
 $X_i$ : Variável vetor  $X$  do grupo tratados;  
 $X_j$ : Variável vetor  $X$  do grupo tratados, caso o indivíduo  $i$  não fosse tratado;  
 $X_n$ : Variável vetor  $X$  do grupo não tratados, cujo escore de propensão está à distância  $M$  do escore de propensão do indivíduo  $i$ ;  
 $M$  = Distância entre os escores de propensão dos indivíduos do grupo não tratados com os indivíduos do grupo tratados

**Fonte:** Pinto (2016)

Segundo Ravallion (2008), as métricas de estimador do pareamento que se apoiam em esquemas de pesos, como é o caso do vizinho mais próximo, têm o objetivo de minimizar a expressão  $|P(X_i) - P(X_j)|$ . Logo, cada unidade de tratamento é comparada à unidade de controle com o escore de propensão mais próximo.

Em tal caso, o efeito médio do tratamento sobre os tratados (EMPT) é obtido pela diferença de médias na distribuição de  $X_i$  condicional a  $T$  conforme fórmula de cálculo compreendida na Figura 7.

$$D = E[E[Y_i | T_i = 1, X = x] - E[Y_i | T_i = 0, X = x] | T_i = 1]$$

**Figura 7** – Efeito médio do tratamento sobre os tratados, no qual:  
 $D$ : Efeito médio do tratamento sobre os tratados;  
 $E$ : Valor esperado;  
 $Y$ : Variável indicador;  
 $T$ : Variável tratamento;  
 $X$ : Variável vetor  $X$ ;

**Fonte:** Pinto (2016)

Por último, cumpre registrar que, em alguns casos, o avaliador deve estar atento para o fato de que tal método pode promover o pareamento entre unida-

des com valores muito distintos em termos de escore de propensão, o que comprometerá a construção de um bom contrafactual para a estimação do efeito da intervenção.

### 3. O Processo Administrativo Digital

O projeto "Processo Administrativo Digital" (PAD) surge como uma das ações resultantes do novo modelo de gestão recém-adotado pelo INEA para fazer frente aos desafios impostos pelo setor produtivo e pela sociedade civil. Esse modelo se baseia em três pressupostos básicos: a) orientação por resultado; b) meritocracia; e c) valorização do capital humano.

No tocante ao licenciamento ambiental, o novo modelo de gestão (Figura 8) se desdobrou em duas grandes frentes de trabalho: 1) redesenho do processo de licenciamento ambiental; e 2) desenho do processo de gestão de pessoas. Assim, o projeto PAD apresenta-se como uma das principais ações estruturantes da primeira frente de trabalho, à medida que simplifica o licenciamento ambiental e foi idealizado para permitir o(a):

- Recebimento, geração e envio de processos e documentos eletrônicos;
- Acesso simultâneo ao processo administrativo em tempo real;
- Condução de atividades concorrentes de modo concomitante;
- Agilidade na tramitação de documentos e processos;
- Geração de métricas de desempenho mais confiáveis;
- Controle de prazos para os fluxos de processos de trabalho;
- Gerenciamento das condicionantes ambientais;
- Assinatura de atos administrativos com certificação digital;
- Entrega de atos administrativos por meio eletrônico; e
- Geração e disponibilização de instrumentos SLAM em meio digital.

O PAD tem o objetivo de incutir maior agilidade ao instituto no que diz respeito à tramitação dos ins-

trumentos relativos ao Sistema Estadual de Licenciamento Ambiental. De forma idêntica, espera-se a redução das disfunções da burocracia e dos custos operacionais, assim como o aumento da colaboração entre as partes envolvidas. Tal projeto se insere dentro da principal meta estratégica da instituição para o quadriênio 2015-2018, que é aumentar de 25% para 100% o percentual de instrumentos SLAM concluídos dentro do prazo legal e reduzir em 100% os instrumentos SLAM passíveis de análise até 2018.

Dentre as principais ações do projeto, destacam-se: o mapeamento dos processos e documentos existentes, o redesenho dos fluxos de trabalho para o ambiental virtual, a simplificação dos procedimentos para a abertura dos requerimentos e o treinamento dos usuários.

O público-alvo do projeto são as unidades administrativas da instituição responsáveis pela análise de requerimentos e emissão de instrumentos de licenciamento ambiental, ou seja, gerências de licenciamento e superintendências regionais, bem como os cidadãos usuários do SLAM.

Por último, o projeto foi inicialmente implantado na unidade administrativa responsável pela emissão de instrumentos SLAM relacionados com recursos hídricos, uma vez que essa área temática recebe o maior quantitativo de requerimentos em termos absolutos, o que implica intenso gargalo em seus fluxos de processos de trabalho.

### 4. Metodologia

A seguir, são apresentados os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento deste estudo, de modo a registrar as decisões tomadas pelo autor no sentido de alcançar os objetivos estabelecidos.

#### 4.1 Tipo de estudo

Este estudo, de acordo com os critérios de classificação de pesquisa proposto por Vergara (2013), pode ser definido como descritivo, pois pretende expor características de determinado fenômeno e população. Quanto aos seus meios de investigação, ao mesmo tempo, pode ser definido como pesquisa de campo, pois foi desenvolvido no local onde

ocorre o fenômeno, e como (quase) experimental, uma vez que variáveis independentes foram manipuladas e controladas para observar as variações produzidas em uma variável dependente.

Para tanto, utilizou-se a abordagem avaliativa denominada "avaliação centrada na administração" para a sua condução, pois o estudo visa a apoiar o processo decisório por parte dos gestores do projeto, a partir dos resultados contidos neste estudo (WORTHEN; SANDERS; FITZPATRICK, 2004).

**A amostra foi composta, inicialmente, por 304 instrumentos SLAM, sendo 106 provenientes de processos digitais, integrantes potenciais do grupo de tratamento, e 198 provenientes de processos físicos, integrantes potenciais do grupo de controle**

Quanto ao papel da avaliação, segundo a categorização proposta por M. Scriven (1967), o estudo pode ser classificado tanto como formativo quanto como somativo.

*A avaliação formativa leva (ou deveria levar) a decisões sobre o desenvolvimento do programa (inclusive modificação, revisão e coisas do gênero). A avaliação somativa leva a decisões relativas à continuidade do programa, a seu encerramento, a sua ampliação, adoção etc. (WORTHEN; SANDERS; FITZPATRICK, 2004, p.48).*

Com relação à procedência do avaliador, o estudo pode ser qualificado como uma avaliação interna, por ter sido conduzido por membro integrante da equipe gestora do projeto, em razão da especificidade e singularidade do objeto em questão (WORTHEN; SANDERS; FITZPATRICK, 2004; COHEN; FRANCO, 2013).



Figura 8 - Objeto de estudo  
Fonte: Elaborada pelo autor

No tocante ao momento da avaliação, o estudo pode ser especificado como uma avaliação *ex-post*, por ter sido conduzido durante a execução do projeto avaliado (COHEN; FRANCO, 2013).

#### 4.2 Universo e amostra

O universo do estudo pode ser compreendido pelo conjunto de requerimentos de instrumentos de licenciamento ambiental classificados como “ativos” pela instituição, ou seja, aqueles abertos após 1º de julho de 2015 e concluídos entre 1º de janeiro e 31 de dezembro de 2016.

Isso posto, cumpre registrar que neste estudo: i) a unidade de intervenção considerada corresponde aos processos administrativos cujo escopo remete aos instrumentos SLAM; ii) a cobertura da avaliação contém os instrumentos SLAM relacionados à utilização de recursos hídricos; e iii) as unidades de comparação compreendem os processos administrativos físicos e digitais.

**O PAD tem o objetivo de incutir maior agilidade ao instituto no que diz respeito à tramitação dos instrumentos relativos ao Sistema Estadual de Licenciamento Ambiental**

A amostra da população foi selecionada segundo o critério “amostra por julgamento” proposto por Cooper e Schindler (2016), isto é, mediante a seleção dos membros em razão de alguns requisitos, a saber: a) ter por objeto os instrumentos SLAM relacionados com recursos hídricos; e b) possuir todas as informações a respeito do vetor X (tratamento, notificação, complexidade, monitoramento e dependência).

A opção pela amostra por julgamento se justifica pelo fato de o projeto, até o presente momento, ter sido introduzido, inicialmente, na gerência responsável pela emissão de instrumentos SLAM relacionados com recursos hídricos, sendo esta

a única unidade detentora de ao menos 30 unidades amostrais. Igualmente, em razão da alta diferenciação de cada tipo de instrumento SLAM, em termos do indicador utilizado e das características observáveis elencadas, não foi possível a utilização dos demais instrumentos e, conseqüentemente, das demais unidades como parte integrante do grupo de controle.

Nesse caso, a amostra foi composta, inicialmente, por 304 instrumentos SLAM, sendo 106 provenientes de processos digitais, integrantes potenciais do grupo de tratamento, e 198 provenientes de processos físicos, integrantes potenciais do grupo de controle.

#### 4.3 Coleta e tratamento dos dados

Os dados do estudo são do tipo primário, ou seja, foram coletados especificamente para a condução deste estudo, não havendo filtro ou interpretações anteriores (COOPER; SCHINDLER, 2016).

Esses dados foram coletados diretamente nos sistemas de controle processual da instituição sob análise, tanto para o caso de instrumentos SLAM em meio digital quanto para aqueles em meio físico. Tais dados foram registrados e tratados com o uso do software Stata, versão 12, mediante auxílio do software de edição de planilhas Excel, versão 2013.

O processo de tratamento dos dados primários ocorreu por meio do método de pareamento, mediante a técnica de “escore de propensão” conjugada à métrica de estimador de pareamento denominada “vizinho mais próximo”. Três fatores motivaram a opção por essa forma de tratamento: o fato de os integrantes dos grupos de tratamento e controle não terem sido selecionados de forma aleatória, a falta de informações a respeito do marco zero (momento imediatamente anterior à intervenção) do indicador em questão para ambos os grupos e, por fim, a dimensão do vetor  $X_i$ , isto é, o seu número de características observáveis.

No primeiro caso, justifica-se a opção porque todos os processos autuados na sede da instituição, desde abril de 2016, tendo como destinatário a ge-

rência em análise, são obrigatoriamente no formato digital. Já no segundo caso, justifica-se a opção em função da própria natureza da unidade analítica – no caso, o processo – e do indicador utilizado – no caso, o tempo de emissão. Portanto, não há como se falar em marco zero nas situações em que o indicador contemplar todo o ciclo de vida dos indivíduos. Por último, justifica-se a opção em virtude da dificuldade em se implementar o estimador de pareamento simples em uma dimensão de vetor  $X_i$  com um número significativo de características observáveis.

Nesse método, o impacto estimado do projeto será obtido pela diferença nos resultados médios ( $Y_i$ ) entre as unidades de tratamento e suas unidades de comparação correspondentes, ou seja, o efeito médio do tratamento sobre os tratados (EMPT) (GERTLER et al., 2015).

**Tal projeto se insere dentro da principal meta estratégica da instituição para o quadriênio 2015-2018, que é aumentar de 25% para 100% o percentual de instrumento SLAM concluídos dentro do prazo legal e reduzir em 100% os instrumentos SLAM passíveis de análise até 2018**

A confirmação ou não do impacto do projeto no tempo de emissão dos instrumentos SLAM relacionados à utilização de recursos hídricos será feita em função dos valores de seu EMPT ( $\beta_i$  médio), com posterior submissão a um teste de significância.

Sendo assim, diante do fato deste estudo de impacto se concentrar em uma média de uma amostra com nível de mensuração do tipo razão e variável de mensuração de ordem quantitativa,

optou-se pela aplicação do teste de hipótese *t* de *student*, conforme recomendado por Cooper & Schindler (2016).

Os testes de significância têm o objetivo de determinar se a diferença observada é estatisticamente significativa ou se representa apenas uma flutuação aleatória de amostragem. O teste *t* de *student* para a média de uma amostra é usado quando se quer determinar a significância estatística entre uma média de distribuição amostral e um parâmetro, nos casos em que a variância da população  $\sigma^2$  é desconhecida ou quando o *n* é inferior a 120 unidades amostrais (COOPER; SCHINDLER, 2016).

Nesse modelo, efetua-se a medição do tamanho da área abaixo dessa função para valores maiores ou iguais ao  $t_{\text{observado}}$ . Essa área representa a probabilidade da média amostral de apresentar o valor observado ou algo mais extremo. Caso a probabilidade da ocorrência desse resultado seja muito pequena, podemos concluir que o resultado observado é estatisticamente relevante (SHARPE; DE VEAUX; VELLEMAN, 2011).

Diante de todo o exposto nesta seção, o presente estudo testará as seguintes hipóteses:

- ( $H_0$ ):  $\mu_0 \geq 0$ ; e
- ( $H_1$ ):  $\mu_0 < 0$ .

A formulação das hipóteses acima se justifica pelo fato de o sinal a ser obtido na ocorrência de  $\beta_i$  médio ser negativo no caso de o efeito da intervenção produzir impacto positivo sobre o indicador, considerando que se espera que o projeto promova a redução no tempo de emissão dos instrumentos SLAM.

No entanto, para que o coeficiente  $\beta_i$  médio obtido seja estatisticamente relevante para o nível de significância  $\alpha$  estipulado – no caso, 5% –, serão aplicados os seguintes critérios para a rejeição da  $H_0$ :

- Estatística *t* unilateral à esquerda: se  $t_{\text{observado}} < -t_{\text{crítico}}$ , rejeita-se a  $H_0$ ; caso contrário, não se rejeita a  $H_0$ .
- Valor-p: se *p-valor* <  $\alpha$ , rejeita-se a  $H_0$ ; caso contrário, não se rejeita a  $H_0$ .
- Intervalo de confiança  $t_{n-1}$ : se  $IC \not\supset \mu_0$ , rejeita-se a  $H_0$ ; caso contrário, não se rejeita a  $H_0$ .

#### 4.4 Limitações do método

Como em todo e qualquer estudo avaliativo formal, há limitações relativas a cada escolha metodológica realizada para o alcance dos objetivos estabelecidos.

Inicialmente, cumpre registrar que não é possível garantir que o presente estudo não tenha sido afetado por um viés de seleção, uma das principais críticas a este método. O viés de seleção ocorre quando os resultados do estudo são influenciados pela presença de características não observáveis correlacionadas simultaneamente com a decisão de participar e com o resultado potencial do indivíduo (PINTO, 2016).

É possível, também, que esses resultados, em parte, tenham sofrido interferência pelo efeito de transbordamento, quando o avaliador optou pela criação dos grupos de tratamento e controle circunscritos a uma única unidade administrativa. O efeito de transbordamento ocorre quando uma externalidade, positiva ou negativa, gerada pelo próprio tratamento, exerce influência sobre a variável de resultado do grupo de controle devido à proximidade entre os grupos (PINTO, 2016).

Em contrapartida, em decorrência disso, houve grande empenho por parte do avaliador no sentido de mitigar ao máximo as consequências dessas eventuais limitações por meio da seleção de variáveis representativas e do direcionamento da área de atuação dos servidores, respectivamente, como forma de garantir o alcance dos propósitos estabelecidos pelo estudo.

**Quadro 1 – Critérios de classificação das variáveis observáveis para fins de tratamento**

Variável observável	Descrição
Indicador	Tempo de emissão do instrumento SLAM em dias
Tratamento	1, se o instrumento participou do projeto; 0, caso contrário
Notificação	1, se o instrumento recebeu algum tipo de notificação; 0, caso contrário
Complexidade	1, se o instrumento requereu análise complexa; 0, caso contrário
Monitoramento	1, se o instrumento recebeu monitoramento de desempenho; 0, caso contrário
Dependência	1, se o instrumento necessitou de análise de outro setor; 0, caso contrário

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Além disso, em algumas bases de dados, o método utilizado pode gerar o pareamento de indivíduos com escore de propensão muito diferentes, em razão de seu vizinho mais próximo não ser tão próximo assim.

Por último, seria desejável a conjugação do pareamento com o método de diferenças em diferenças mediante a utilização de dados em painel com a finalidade de se eliminar os efeitos de características não observáveis constantes entre os períodos  $t_1$  e  $t_2$ . Entretanto, dadas as informações disponibilizadas pela base de dados e diante da particularidade do indicador elencado, registra-se que o método utilizado era o único possível para a aferição de seu impacto.

#### 5. Resultados

Antes da obtenção do EMPT, foi necessário percorrer, basicamente, cinco etapas. Na primeira etapa, procedeu-se ao levantamento das unidades inscritas e não inscritas no projeto, segundo os requisitos estabelecidos na seção 4.2. Nesse sentido, efetuou-se o registro de seus valores em uma base de dados, de acordo com os critérios de classificação retratados no Quadro 1.

Após a inserção dos registros na base de dados, aferiu-se o efeito das variáveis observáveis sobre o tempo de emissão anterior ao pareamento mediante a aplicação de uma regressão linear multivariada, cujos valores estão contidos na Tabela 1. O  $R^2$  ajustado obtido nesse procedimento foi de 0,172195.

Ato contínuo, atestou-se a validade das variáveis elencadas para a estimação dos escores de propensão por meio da realização de um teste de diferença de médias. O intuito foi verificar se os grupos são estatisticamente semelhantes, em face de o grupo de controle não ter sido composto por intermédio de sorteio, fato que pode torná-lo estatisticamente diferente do grupo de tratamento.

A Tabela 2 apresenta os valores médios de cada variável para os grupos de tratamento e controle e, pelo teste  $t$ , demonstra se a diferença entre esses valores é significativa. O teste  $t$  foi aplicado para amostras com variância equivalente presumida, com exceção da variável monitoramento.

Posteriormente, promoveu-se o agrupamento das unidades registradas em duas amostras distintas: controle (198) e tratamento (106). O Gráfico 1 ordena a dispersão prévia ao pareamento acerca do tempo de emissão no tocante a cada grupo.

Na segunda etapa, estimou-se a probabilidade de inscrição no projeto para cada unidade, ou seja, os seus respectivos escores de propensão em função das características individuais observadas neste estudo. A estimativa dos escores de propensão foi realizada segundo a fórmula de cálculo compreendida na Figura 9, mediante o modelo de regressão logística (*logit*). Nesse modelo, a variável dependente utilizada foi a característica "tratamento" e as variáveis independentes empregadas foram as características "notificação", "complexidade", "monitoramento" e "dependência".

Os coeficientes das variáveis observáveis obtidos pelo modelo *logit* estão contidos na Tabela 3. Ao final da operação, obtiveram-se os valores de  $p(x)$  para cada unidade amostral. O  $R^2$  ajustado obtido nesse procedimento foi de 0,052194 para 304 observações.

**Tabela 1 – Efeitos das variáveis sobre o tempo de emissão**

Variável	Tempo de emissão				
	Taxa (%)	Coefficiente	Erro padrão	Stat t	valor-P
Tempo emissão	-	117,99	17,41	6,7760	*0,0000
Tratamento	34,8684	-66,98	10,65	-6,2884	*0,0000
Notificação	37,8289	45,56	10,51	4,3315	*0,0000
Complexidade	47,3684	15,12	10,18	1,4843	0,1388
Monitoramento	90,7895	43,60	17,50	2,4913	*0,0133
Dependência	00,3289	-207,16	86,12	-2,4054	*0,0168

\* significante a 1%

Fonte: Elaborada pelo autor (2016)

**Tabela 2 – Teste de diferença de médias acerca das variáveis**

Variável	Tratamento	Controle	Diferença	Stat t	valor-P
Notificação	0,311320	0,414141	-0,102821	1,764890	*0,07859287
Complexidade	0,509433	0,454545	0,054888	-0,911645	0,36268252
Monitoramento	1,000000	0,858585	0,141415	-5,696231	**0,00000004
Dependência	0,000000	0,005050	-0,005050	0,731116	0,46527495

\* significante a 10%;

\*\* significante a 1%

Fonte: Elaborada pelo autor (2016)



**Gráfico 1** – Dispersão do tempo de emissão para os grupos controle e tratamento  
0: Grupo controle  
1: Grupo tratamento

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

$$p(X) = \alpha_1 \cdot X_1 \cdot i_1 + \beta_2 \cdot X_2 \cdot i_2 + \beta_3 \cdot X_3 \cdot i_3 + \beta_4 \cdot X_4 \cdot i_4 + \beta_5 \cdot X_5 \cdot i_5$$

**Figura 9** – Regressão logística para o cálculo dos coeficientes do vetor X, no qual:  
 $\alpha$ : Coeficiente da variável dependente;  
X: Valor das variáveis observáveis;  
 $\beta$ : Coeficientes das variáveis independentes;

Fonte: Cooper & Schindler (2016)

Na terceira etapa, estabeleceram-se os limites inferiores e superiores para as amostras de controle e tratamento, conforme exposto na Tabela 4, após a verificação de sua qualidade por intermédio da replicação da estimação da regressão logística apenas com as escolhas tratadas e pareadas. Em virtude disso, pode-se inferir que o pareamento realizado foi bem-sucedido, em função da significativa redução de sua capacidade em explicar as diferenças entre os grupos. O  $R^2$  ajustado foi reduzido de 0,052194 para -0,002736.

**Tabela 3** – Coeficientes utilizados para o cálculo dos escores de propensão

Variável observável	Coefficiente	Erro padrão	Stat t	valor-P
Constante tratamento	0,033169	0,094525	0,350904	0,725907
Notificação	-0,086243	0,056893	-1,515860	0,130610
Complexidade	0,010618	0,055315	0,191955	0,847907
Monitoramento	0,379099	0,092461	4,100083	*0,000053
Dependência	-0,326025	0,467202	-0,697825	0,485828

\* significativa a 1%  
Fonte: Elaborada pelo autor (2016)

Diante desses limites, restringiu-se a amostra àquelas unidades para as quais houve suporte comum na distribuição dos escores de propensão para ambos os grupos: [0,326026; 0,422887], conforme exibido na Tabela 4.

Na quarta etapa, para cada unidade inscrita, localizou-se um subgrupo de unidades não inscritas que possuíam escores de propensão mais próximos, ou seja, o seu respectivo contrafactual, por intermédio da métrica de estimador de pareamento denominada “vizinho mais próximo”.

A seguir, defrontaram-se os resultados do indicador das unidades de tratamento com os resultados de seus respectivos pares de comparação. Essa diferença no resultado ( $\beta$ ) entre a unidade de tratamento e o subgrupo de unidade pareada é a medida do impacto que pode ser atribuída ao projeto para aquela unidade em particular.

Na última etapa, calculou-se a média desses impactos individuais ( $\beta$ ), isto é, o resultado que representa o efeito médio do tratamento sobre os tratados (EMPT) estimado. Com isso, obteve-se o EMPT estimado de -68,25 dias para o presente projeto, indicando impacto pela relação de causa e efeito entre a intervenção e os resultados obtidos no tempo  $t_i$ .

Além disso, de acordo com o evidenciado na Tabela 6, nota-se que o impacto do projeto sobre os beneficiários aumentou após o pareamento das unidades amostrais por escore de propensão com um erro padrão inferior.

A fim de constatar a significância desse  $\beta$  médio, aplicou-se o resultado do (EMPT) estimado ao teste  $t$  para a média de uma amostra, segundo a fórmula de cálculo contida na Figura 10.

**Tabela 4** – Distribuição dos escores de propensão

Escore de propensão	Controle	Tratamento
Limite inferior	-0,053074	0,326026
Limite superior	0,422887	0,422887

Fonte: Elaborada pelo autor (2016)

**Tabela 5** – Distribuição das unidades amostrais por suporte comum após pareamento

Grupo	Fora do suporte	Dentro do suporte	Total
Controle	29	169	198
Tratado	0	106	106

Fonte: Elaborada pelo autor (2016)

**Tabela 6** – Comparativo do efeito do impacto por amostra

Amostra	Tratado	Não tratado	Diferença	Stat t	valor-P
Não pareada	116,50	180,13	63,63	7,2738	*3,16E-12
Pareada	116,50	184,75	68,25	13,6340	*9,24E-28

\* significativa a 1%  
Fonte: Elaborada pelo autor (2016)

No cálculo da estatística  $t$ , foram utilizados os seguintes valores:  $\bar{x} = -68,25$ ;  $\mu = 0$ ;  $s = 39,6264$ ; e  $n = 106$ . Ao final da operação, obteve-se o valor de -17,73 para o  $t_{\text{observado}}$ .

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

**Figura 10** – Teste  $t$  para média de uma amostra, no qual:  
 $\bar{x}$ : Média da amostra;  
 $\mu$ : Valor fixo usado para comparação com a média da amostra;  
 $s$ : Desvio padrão amostral;  
 $n$ : Tamanho da amostra.

Fonte: Cooper & Schindler (2016)

Ao consultar a tabela de distribuição  $t$ , mediante os critérios de 105 graus de liberdade (g.l.) e probabilidade unilateral à esquerda para o  $\alpha$  com valor de 0,05, obteve-se o valor de 1,660 para o  $t_{\text{crítico}}$ . No entanto, em

função das hipóteses adotadas, acrescentou-se o sinal de negativo ao valor de  $t_{\text{crítico}}$  encontrado. Em seguida, o resultado do  $t_{\text{observado}}$  foi contraposto ao valor do  $t_{\text{crítico } 105,0,05}$ :  $-17,73 < -1,660$ . Nesse caso, segundo o critério de aceitação para a estatística  $t$ , rejeitou-se a  $H_0$ .

Posteriormente, efetuou-se a consulta de seu  $p$ -valor com base na função densidade de probabilidade da distribuição  $t$  para valores maiores ou iguais ao  $t_{\text{observado}}$ . Ao consultar a tabela de distribuição  $z$ , mediante os critérios de  $z = -17,73$ , obteve-se o valor 0 com precisão de até quatro casas decimais, tendo em vista que o valor de  $z$  era  $\leq -3,90$ . Em seguida, contrapôs-se o resultado do  $p$ -valor com o valor de  $\alpha$ :  $0,0000 < 0,05$ . Nesse caso, segundo o critério de aceitação para o  $p$ -valor, rejeitou-se a  $H_0$ .

Ao final, realizou-se o cálculo de seu intervalo de confiança  $t$ , segundo a fórmula de cálculo compreendida na Figura 11.

No cálculo do intervalo de confiança  $t$ , foram utilizados os seguintes valores:  $\bar{x}$ : -68,25;  $t$ : 1,660;  $s$ : 39,6264; e  $n$ : 106. Ao final da operação, obteve-se o seguinte intervalo de confiança: [-74,64;-61,86]. Logo após, contrapôs-se o resultado do intervalo de confiança  $t$  com o valor de  $\mu$ : [-74,64;-61,86]  $\neq 0$ . Nesse caso, segundo o critério de aceitação do intervalo de confiança  $t$ , rejeitou-se a  $H_0$ .

$$\bar{x} \pm t \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

**Figura 11** – Intervalo de confiança  $t$  para média de uma amostra, no qual:  
 $\bar{x}$ : Média da amostra;  
 $t$ : Valor crítico de  $tn-1$ ;  
 $s$ : Desvio padrão amostral;  
 $n$ : Tamanho da amostra  $\times$

Fonte: Cooper & Schindler (2016)

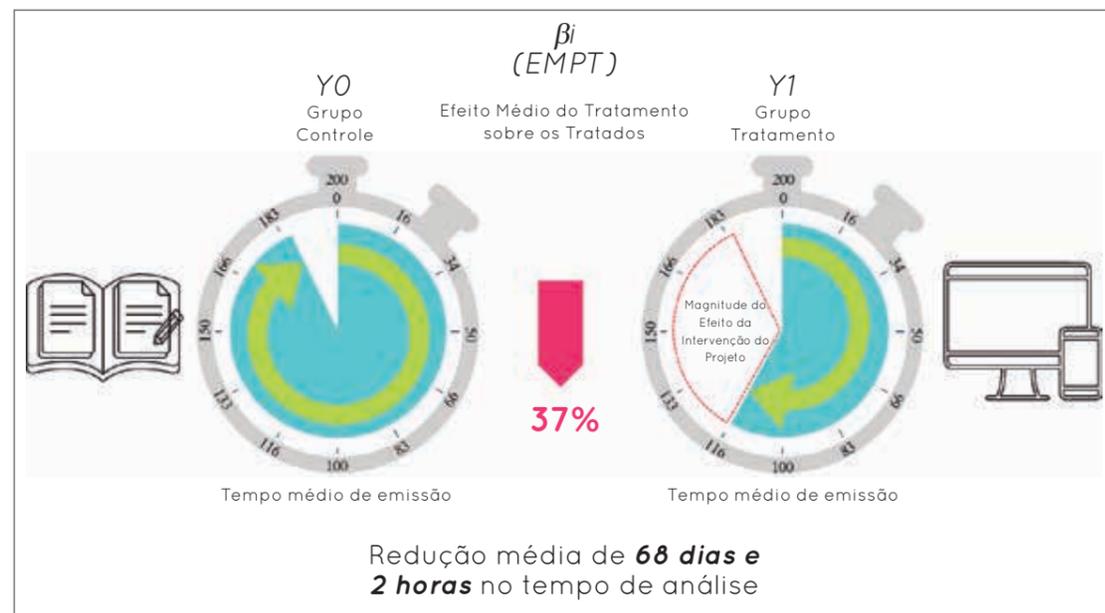
## 6. Conclusões

De acordo com os resultados obtidos por este estudo, pode-se afirmar que houve impacto por existir relação de causa e efeito entre a intervenção do projeto e os resultados obtidos no tempo  $t_1$ , tendo em vista as evidências altamente significativas.

Nesse sentido, o projeto “Processo Administrativo Digital” (PAD) produziu impacto positivo sobre os beneficiários, implicando redução, em média, de 68 dias e duas horas no tempo de emissão daqueles instrumentos SLAM que sofreram a intervenção (Figura 12). O coeficiente de impacto obtido por este estudo foi estatisticamente significativo, ou seja, não representa uma flutuação aleatória de amostragem, estando os futuros estudos incorrendo em margem de erro de 9,36 pontos percentuais, tanto para cima quanto para baixo, ao nível de 95% de certeza. O projeto alcançou, portanto, os objetivos propostos, reforçando a continuidade e expansão do programa para as demais áreas administrativas.

### 6.1 Sugestão de novas avaliações

Por fim, com o intuito de complementar as conclusões obtidas, propõe-se, como sugestões de próximos estudos: i) a replicação da avaliação em pequena instância, de forma longitudinal, isto é, de modo a identificar mudanças, ou não, do impacto no tempo  $t_2$  e ii) a realização da análise do retorno econômico, a fim de que os benefícios obtidos sejam confrontados com os custos empreendidos no projeto.



**Figura 12** – Resultados do estudo  
 Fonte: Elaborada pelo autor

## Referências bibliográficas

ANGRIST, J. D.; PISCHKE, J. **Most Harmless Econometrics: an empiricist's companion**. New Jersey: Princeton University Press, 2009.

BARROS, R. P.; LIMA, L. **Avaliação de impacto de programas sociais**. In: MENEZES FILHO, N. (Org.). Avaliação econômica de projetos sociais. São Paulo: Fundação Itaú Social, 2016. p. 15-42.

COHEN, E.; FRANCO, R. **Avaliação de projetos sociais**. 11. ed. Petrópolis: Vozes, 2013. 320 p.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de pesquisa em administração**. Trad. Iuri Duquia Abreu. 12. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016. 712 p. ISBN: 9788580555721.

GERTLER, P. J. et al. **Avaliação de impacto na prática**. Trad. André Loureiro et al. Washington, D.C.: Banco Mundial, 2015. 262 p. ISBN: 9781464800887.

PINTO, C. C. X. Pareamento. In: MENEZES FILHO, N. (Org.). **Avaliação econômica de projetos sociais**. São Paulo: Fundação Itaú Social, 2016. p. 127-162.

RAVALLION, M. **Evaluating anti-poverty programs**. In: SCHULTZ, T. P.; STRAUSS, J. Handbook of Development Economics. North Holland: [s. n.], 2008. v. 4. p.3788-3817.

SCRIVEN, M. **The methodology of evaluation**. In: STAKE, R. E. (Org.). Curriculum evaluation. Chicago: Rand McNally, 1967. p. 39-83.

SHARPE, N. R.; DE VEAUX, R. D.; VELLEMAN, P. F. **Estatística aplicada: administração, economia e negócios**. Trad. Lori Viali. Porto Alegre: Bookman, 2011.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 14. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

WORTHEN, B. R.; SANDERS, J. R.; FITZPATRICK, J. L. **Avaliação de programas: concepções e práticas**. Trad. Dinah de Abreu Azevedo. São Paulo: Gente, 2004.

## Sobre o autor

**Carlos Alberto Couto da Silva Junior**

Mestre em Avaliação pela Fundação CESGRANRIO, Especialista em Administração Pública pelo Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro (CEPERJ) e Graduado em Administração de Empresas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Possui ampla experiência na área de Administração, com ênfase em Gestão Pública, Planejamento Estratégico, Avaliação Organizacional, Contratos de Gestão e Gestão de Pessoas. Atualmente é coordenador da Assessoria de Gestão e Resultados do INEA.

# Baía de Guanabara: um olhar no saneamento

## *Guanabara Bay: a look at the sanitation*

› Marlus Oliveira; Guido Gelli; Stella Procópio; Nelson Correia; Leonardo Daemon

### › Resumo

Desde os anos 1950, diversos estudos apontam a redução da qualidade ambiental da Baía de Guanabara, especialmente em virtude do déficit de saneamento básico na região dos municípios do entorno. Um dos problemas verificados na gestão da Baía de Guanabara envolve a dificuldade na comunicação dos dados de qualidade das águas da Baía. O presente estudo apresenta os dados de saneamento básico da região apurados pela Secretaria de Estado do Ambiente (SEA) e pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), em conjunto com consultorias internacionais especializadas, durante o procedimento de elaboração do Boletim de Saúde Ambiental da Baía de Guanabara, lançado em 2017.

### Palavras-chave

Baía de Guanabara. Qualidade da Água. Monitoramento. Saneamento. Esgoto.

### › Abstract

*Since the early fifties, several assessments show the worsening of the Guanabara Bay's environmental quality, especially due to lack of basic sanitation in the surrounding cities. One of the challenges in the Bay management is communicating the water quality data. The paper herein presents information regarding the sewage collection and treatment on the cities as assessed by the State Environmental Secretary, the State Environmental Agency and specialized international consultancies while drafting the 2017 Guanabara Bay Environmental Health Report Card.*

### Keywords

*Guanabara Bay. Water Quality. Monitoring. Sanitation. Sewage.*

Poluição de um dos mais conhecidos cartões-postais do Rio de Janeiro tem como causas o lançamento de esgoto não tratado e o descarte inadequado de lixo

## 1. Introdução

A localização privilegiada da Baía de Guanabara é reconhecida desde a época da fundação da cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro:

*Em 1<sup>o</sup> de março de 1565, Estácio de Sá, parente do governador geral, desembarca prudentemente numa península situada à entrada da baía de Guanabara, nas proximidades do Pão de Açúcar. É ali, ao pé de um morro cuja forma lembra a de uma cabeça de cachorro (Cara de Cão), que ele funda, na presença de Manuel da Nóbrega e José de Anchieta, uma povoação instalada sob a invocação de São Sebastião, padroeiro do rei de Portugal, D. Sebastião (1554-1578) (ENDERS, 2015).*

As águas abrigadas, assim como a posição central em relação à Região Metropolitana do Estado, permitem o uso do corpo hídrico para diversas finalidades, incluindo recreação, atividades de petróleo, pesca, transporte de passageiros e cargas, entre outras (COELHO, 2007).

Ao longo dos mais de 450 anos de ocupação, no entanto, a Baía de Guanabara tem sido utilizada também como um dos principais corpos receptores de efluentes sanitários da região, o que implicou a redução da sua saúde ambiental.

Diversas ações foram implantadas na tentativa de reverter a situação, como o Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG), o Programa de Saneamento Ambiental dos Municípios do Entorno da Baía de Guanabara (PSAM) e as metas de despoluição visando à realização dos Jogos Olímpicos Rio 2016.

Muito embora tenha havido alguns avanços, como a construção de estações de tratamento como a de Alegria e a retenção de resíduos flutuantes pelas ecobarreiras para posterior retirada, a situação do corpo hídrico ainda não se reverteu, demandando cuidados contínuos para sua melhoria, em especial na coleta e tratamento de esgoto sanitário e de resíduos sólidos.

O déficit de credibilidade dos órgãos públicos, a falta de transparência e comunicação social das ações e as dificuldades na divulgação dos dados científicos sobre a Baía de Guanabara são alguns dos fatores que acarretam a manutenção do sentimento coletivo de falta de cuidado com a Baía.

Com isso em mente, o presente estudo tem como foco apresentar as informações obtidas e produzidas pelos autores no âmbito das suas atividades profissionais e acadêmicas, com indicação das respectivas fontes e eventuais divergências.

O objetivo, portanto, é produzir uma fotografia da Baía de Guanabara, com base em dados oficiais consultados, assim como nas conclusões obtidas dos trabalhos e intervenções realizadas. Essa fotografia da Baía deverá ser utilizada como ponto de partida para as demais ações de planejamento e recuperação do corpo hídrico, assim como instrumento para cobrança da adequação ambiental de eventuais atividades que contribuam para a poluição da Baía.

Nesse sentido, o relatório de qualidade da Baía de Guanabara elaborado pela Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA) já alertava, em 2000, para a necessidade de produção de informações:

*A produção de informações é um dos fatores determinantes do processo de gestão ambiental, na medida em que propicia às diversas instâncias decisórias uma percepção sistemática e integrada da realidade ambiental. Isso implica, porém, na estruturação de um sistema de monitoramento e vigilância do ambiente, que torna acessível às autoridades e/ou gestores não somente um juízo de valor de sua qualidade, mas permita explicitar sua evolução e identificar os fatores, processos e agentes que causam ou contribuem para essa qualidade (FEEMA, 2000).*

A mesma conclusão teve a equipe da empresa de consultoria KCI Technologies Inc. em seu relatório de diagnóstico da Baía de Guanabara contratado no âmbito do PSAM, no qual informa que:

*O processo de compartilhamento de informações através da educação e sensibilização do público é extremamente importante para o sucesso da recuperação ambiental da Baía de Guanabara porque promoverá uma explicação clara da condição ambiental da Baía para permitir que os cidadãos, profissionais, acadêmicos, e responsáveis por tomadas de decisão entendam os impactos e participem no desenvolvimento de ações adicionais necessárias para reduzir a poluição que afeta o ecossistema, e mitigar e/ou eliminar a poluição que chega na Baía e águas costeiras (KCI TECHNOLOGIES INC., 2016)*

Vale dizer que é obrigação legal do Estado do Rio de Janeiro a divulgação de dados dessa natureza, ao menos desde 1985, nos termos da Lei Estadual nº 855/1985.

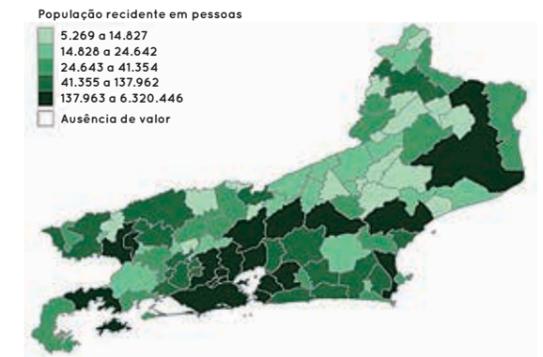
No mais, ressaltamos que o estudo tem como escopo a análise dos dados de esgotamento sanitário, uma das componentes do saneamento básico e, possivelmente, a mais relevante para a recuperação ambiental da Baía de Guanabara.

A esse respeito, convém ressaltar que os problemas de poluição da Baía vêm sendo discutidos há mais de 50 anos. Nesse sentido, em 1961, foi realizado o Relatório da Mesa-Redonda da Poluição, no qual consta a menção feita pela engenheira Dolores Prado de que a poluição da Baía, já naquela época, decorria também de “fontes de poluição orgânica urbana, o que deu ensejo a que se esclarecesse o fato de não se dever apenas à indústria a situação de poluição atualmente existente”.

Não é o propósito deste trabalho aprofundar os conhecimentos técnicos nem fazer uma auditoria crítica das metas e projetos idealizados ou implementados até a presente data na Baía de Guanabara.

## 2. Caracterização

O Estado do Rio de Janeiro possui 92 municípios distribuídos em uma área de aproximadamente 43.800 km<sup>2</sup> (IBGE, 2011). A população fluminense estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para 2016 totalizava 16,64 milhões de habitantes, enquanto a previsão para 2030 é de aproximadamente 17,5 milhões de habitantes.



**Figura 1** - Mapa da população do Estado do Rio de Janeiro  
**Fonte:** IBGE, Censo Demográfico 2010

Parte dessa população – aproximadamente 2 milhões de habitantes – reside nas mais de 600 mil residências localizadas em aglomerados subnormais no Estado (IBGE, 2010).

Em relação à produção econômica, o Estado do Rio de Janeiro se apresenta como o segundo maior Produto Interno Bruto (PIB) do país, ficando atrás apenas do Estado de São Paulo, também na região Sudeste (CEPERJ, 2017). Em 2015, o PIB do Estado foi de aproximadamente R\$ 700 bilhões (Tabela 1), representando uma retração de 2%. Ademais, “o Estado respondeu em 2015 por 11,8% do PIB do país, com renda per capita de R\$ 41.971” (CEPERJ, 2017).

No âmbito da atividade econômica, cabe menção ao importante papel do petróleo na economia do Estado, que possuía mais de 50% das reservas provadas de petróleo do país em 2012 (CEPERJ, 2013). Por outro lado, fatores relacionados à atividade foram alguns dos principais causadores da crise econômica que vem sendo observada no Estado, tanto em virtude de diminuição da produção, quanto em virtude da redução do preço do barril do petróleo.

Tabela 1 – Evolução do PIB no Estado do Rio de Janeiro

	Rio de Janeiro			População residente	PIB per capita (R\$)	Brasil Produto Interno Bruto (1.000.000 R\$)	Relação PIB RJ / PIB Brasil (%)
	Produto Interno Bruto		Variação anual (%)				
	1.000.000 R\$	Volume Índice 2002 = 100					
2010	449.858	1,050	4,98	15.993.583	28.127	3.885.847	11,58
2011	512.768	1,025	2,53	16.112.678	31.824	4.376.382	11,72
2012	574.885	1,020	1,96	16.231.365	35.418	4.814.760	11,94
2013	628.226	1,012	1,19	16.369.179	38.379	5.331.619	11,78
2014	671.077	1,015	1,49	16.461.173	40.767	5.778.953	11,61
2015	694.618	0,981	(1,94)	16.550.024	41.971	5.904.331	11,76

Fonte: IBGE (apud Fundação CEPERJ)



Figura 2 – Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro  
Fonte: INEA

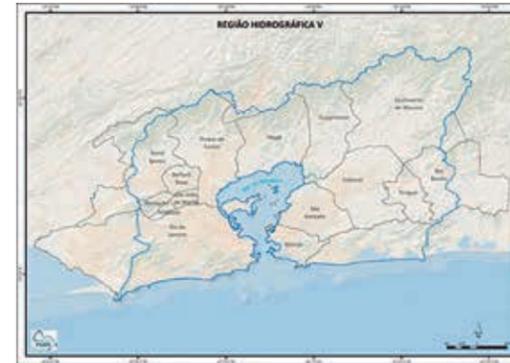


Figura 3 – Região Hidrográfica V  
Fonte: Elaborada pelos autores

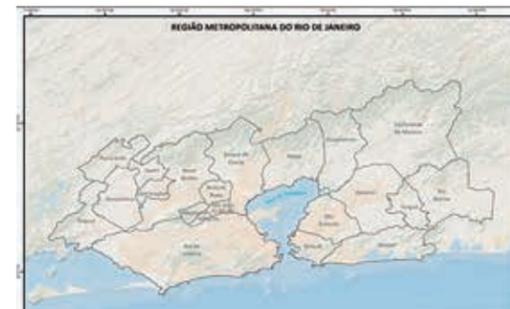


Figura 4 – Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro  
Fonte: PSAM

Para fins de otimização da gestão administrativa, o Estado do Rio de Janeiro é dividido em macrorregiões. Nesse sentido, “a região hidrográfica constitui a unidade básica de gerenciamento de recursos hídricos”, razão pela qual a Resolução nº 107/2013 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI) dividiu o Estado em nove regiões, conforme Figura 2.

A Baía da Guanabara, por sua vez, está incluída no âmbito da Região Hidrográfica V, que engloba a totalidade dos municípios de Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Tanguá, Guapimirim, Magé, Duque de Caxias, Belford Roxo, Mesquita, São João de Meriti e Nilópolis e, parcialmente, os municípios de Maricá, Rio Bonito, Cachoeira de Macacu, Petrópolis, Nova Iguaçu e Rio de Janeiro.

Outra forma de divisão político-geográfica é feita através do estabelecimento de regiões metropolitanas, entendendo-se a metrópole como:

Em relação à produção econômica, o Estado do Rio de Janeiro se apresenta como o segundo maior Produto Interno Bruto (PIB) do país, ficando atrás apenas do Estado de São Paulo, também na região Sudeste (CEPERJ, 2017)

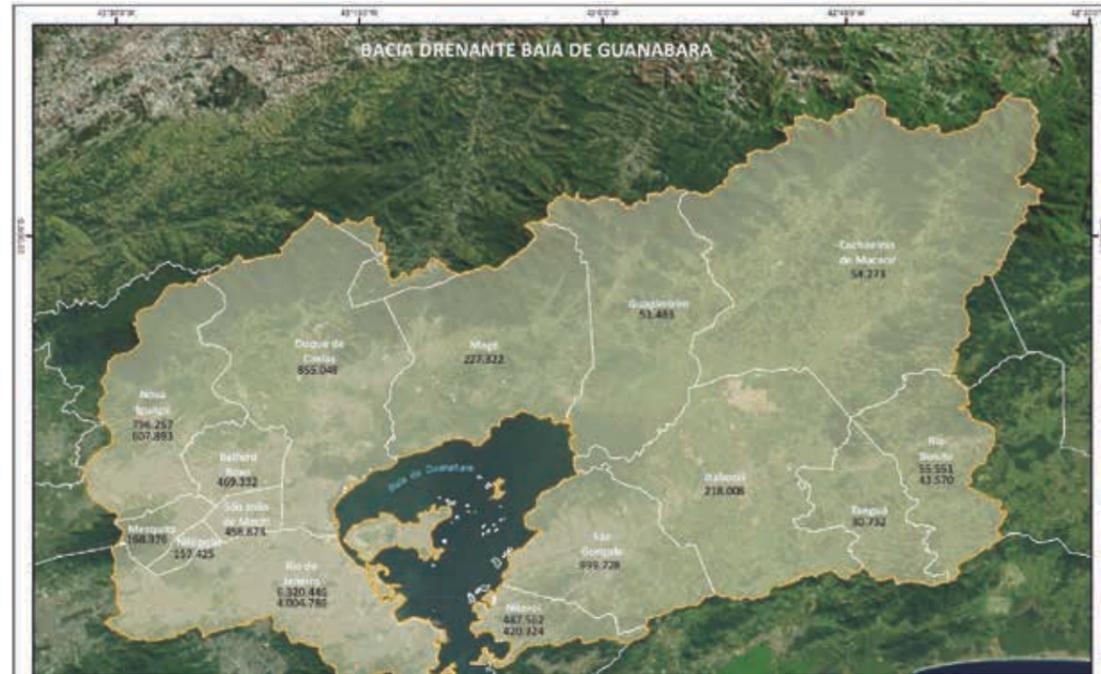
*Espaço urbano com continuidade territorial que, em razão de sua população e relevância política e socioeconômica, tem influência nacional ou sobre uma região que configure, no mínimo, a área de influência de uma capital regional, conforme os critérios adotados pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.<sup>4</sup>*

No âmbito do Rio de Janeiro, a Região Metropolitana foi estabelecida através da Lei Complementar Federal nº 20/1974. Entretanto, considerando que, atualmente, já se encontra em fase de planejamento o Plano Estratégico de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, o mapa a seguir (Figura 4) demonstra a Região Metropolitana de acordo com o Projeto de Lei Complementar nº 10/2015, em tramitação.

Para fins do presente estudo, no entanto, é de maior importância a análise dos dados acerca da Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara (Figura 5), entendida como a área da região que drena suas águas para o interior da Baía de Guanabara.

Em resumo, portanto, as divisões mencionadas anteriormente apresentam a conformação mostrada na Tabela 2.

Os números acima demonstram a complexidade da gestão da Baía de Guanabara, que envolve aproximadamente 8,6 milhões de habitantes, 15 municípios e diversas entidades governamentais das três esferas de poder (federal, estadual e municipal).



**Figura 5** - Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara  
**Fonte:** Elaborada pelos autores

**Tabela 2** - Divisões geográficas e político-administrativas consideradas neste estudo

Área de Estudo	Área (km²)	Municípios	População
Estado do Rio de Janeiro	43.781	92	15.989.929
Região Hidrográfica V	4.816	16	10.298.340
Região Metropolitana	6.744	21	11.984.020
Bacia Hidrográfica	4.070	15	8.595.152*

**Fonte:** Elaborada pelos autores

\* Do total de habitantes, foi descontado o número de pessoas que, embora estejam instaladas na bacia drenante à Baía de Guanabara, possuem esgotamento coletado e transferido para o emissário de Ipanema

### 3. Projetos e resultados obtidos

No âmbito dos esforços já desenvolvidos para a recuperação ambiental da Baía de Guanabara, o Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG) merece destaque, em virtude dos significativos investimentos já realizados.

Conforme o relatório disponível no site da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE),

o Programa “foi concebido no início da década de 90” e realizou investimento de aproximadamente R\$ 1,8 bilhão, recursos estes advindos do Tesouro estadual ou de empréstimos internacionais, em especial da Japan International Cooperation Agency (JICA) (CEDAE, 2016). Segundo Coelho (2007), os investimentos eram de US\$ 793 milhões, sendo US\$ 350 milhões provenientes do Banco Interamericano de Desenvolvimento



Área no entorno da Baía de Guanabara, que sofre com a pressão ambiental exercida pelas atividades de 15 municípios e cerca de 9 milhões de pessoas

to (BID), US\$ 237 milhões do Overseas Economic Cooperation Fund (OECF) e US\$ 206 milhões do Estado do Rio de Janeiro.

A configuração inicial do Programa previa intervenções nos sistemas de esgotamento de Alegria, Pavuna, Sarapuí, Penha, Ilha do Governador, Paquetá, Niterói e São Gonçalo (COELHO, 2007).

Entre as obras realizadas pelo PDBG, estão: (i) a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) de Alegria; (ii) troncos coletores de Alegria (parcialmente concluídos); (iii) Estação de Tratamento de Esgotos da Pavuna; (iv) troncos coletores do Sistema Pavuna (parcialmente concluídos); (v) Estação de Tratamento de Esgotos de Sarapuí; (vi) troncos coletores do Sistema Sarapuí (parcialmente concluídos).

O referido programa, ao construir novas ETES e troncos coletores, gerou avanços na coleta e tratamento de esgotos sanitários anteriormente lançados *in natura* na Baía de Guanabara. Por outro lado, havia a necessidade de tornar mais claro que os recursos previstos para o Programa, embora significativos, não seriam suficientes para universalizar o esgotamento sanitário ao redor da Baía:

*Aliás, no batismo do projeto, coordenado pelo governo estadual, muitos especialistas já enxergaram a primeira grande falha: mesmo que fosse totalmente executado, no prazo estipulado, o PDBG não seria capaz de efetivamente despoluir aquele ecossistema (ALENCAR, 2016).*

A necessidade de uma comunicação mais clara e transparente talvez seja uma das responsáveis pela má reputação que acompanha o PDBG. Adicionalmente, alguns resultados aquém do esperado foram percebidos: segundo Emanuel Alencar, as oito estações construídas pelo PDBG deveriam tratar 11.882 l/s de esgoto. No entanto, seriam capazes de tratar, de fato, somente 6.069 l/s.

De toda sorte, já era sabido que haveria a necessidade de complementar as atividades do PDBG, o que vem sendo feito pelo Programa de Saneamento Ambiental dos Municípios do Entorno da Baía de Guanabara (PSAM).

Em 20 de março de 2012, o Estado do Rio de Janeiro firmou, com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), o contrato de empréstimo nº

2646IOC-BR, com duração inicialmente prevista de cinco anos. O empréstimo do BID é de US\$ 451,98 milhões, ao passo que a contrapartida do Governo do Estado do Rio de Janeiro é de US\$ 187,57 milhões, totalizando um investimento de US\$ 640 milhões.

O PSAM pode ser dividido em três componentes, sendo um estrutural (projetos de engenharia e obras) e dois estruturantes (apoio às entidades que atuam na Baía e apoio aos municípios do entorno). Até dezembro de 2016, o PSAM já havia comprometido US\$ 275,7 milhões. No momento, estão em andamento duas grandes obras:

- O Sistema de Esgotamento Sanitário de Alcântara, no município de São Gonçalo, para o qual foi destinado um investimento inicial de R\$ 354.962.332,34 e que atenderá a 165 mil habitantes.
- O Coletor Tronco da Cidade Nova, que possui investimento inicial de R\$ 81.444.299,45 e vai atender a 163 mil habitantes.

Atualmente, em virtude da crise financeira, está sendo estudada a redução do Programa da seguinte forma: (i) Fonte BID: de US\$ 451.980.000,00 para US\$ 252.343.000,00; (ii) Fonte Estadual: de US\$ 187.570.000,00 para US\$ 24.605.000,00; e (iii) Total: de US\$ 640.000.000,00 para US\$ 276.948.000,00. A referida alteração aguarda aprovação do Governo federal para ser implementada, incluindo a prorrogação para março de 2019.

#### 4. Esgotamento sanitário na Bacia Hidrográfica

Segundo os dados obtidos pela empresa de consultoria KCI Technologies (2016) quando da elaboração do Diagnóstico da Baía de Guanabara de 2016, cerca de 400 toneladas diárias de matéria orgânica são lançadas na Baía, das quais 20% (ou 64 t/d) decorrem de efluentes industriais ou de estações de tratamento de esgoto.

Esse grande aporte de material orgânico é um dos principais fatores de poluição da Baía, sendo importante o correto dimensionamento do problema, para posterior definição das ações a serem tomadas.

A necessidade de melhoria no saneamento básico, em especial para população de baixa renda, não é novidade. O problema foi, inclusive, objeto de um programa específico do Governo federal em 1985, o Programa de Saneamento para População de Baixa Renda (PROSANEAR) (COELHO, 2007).

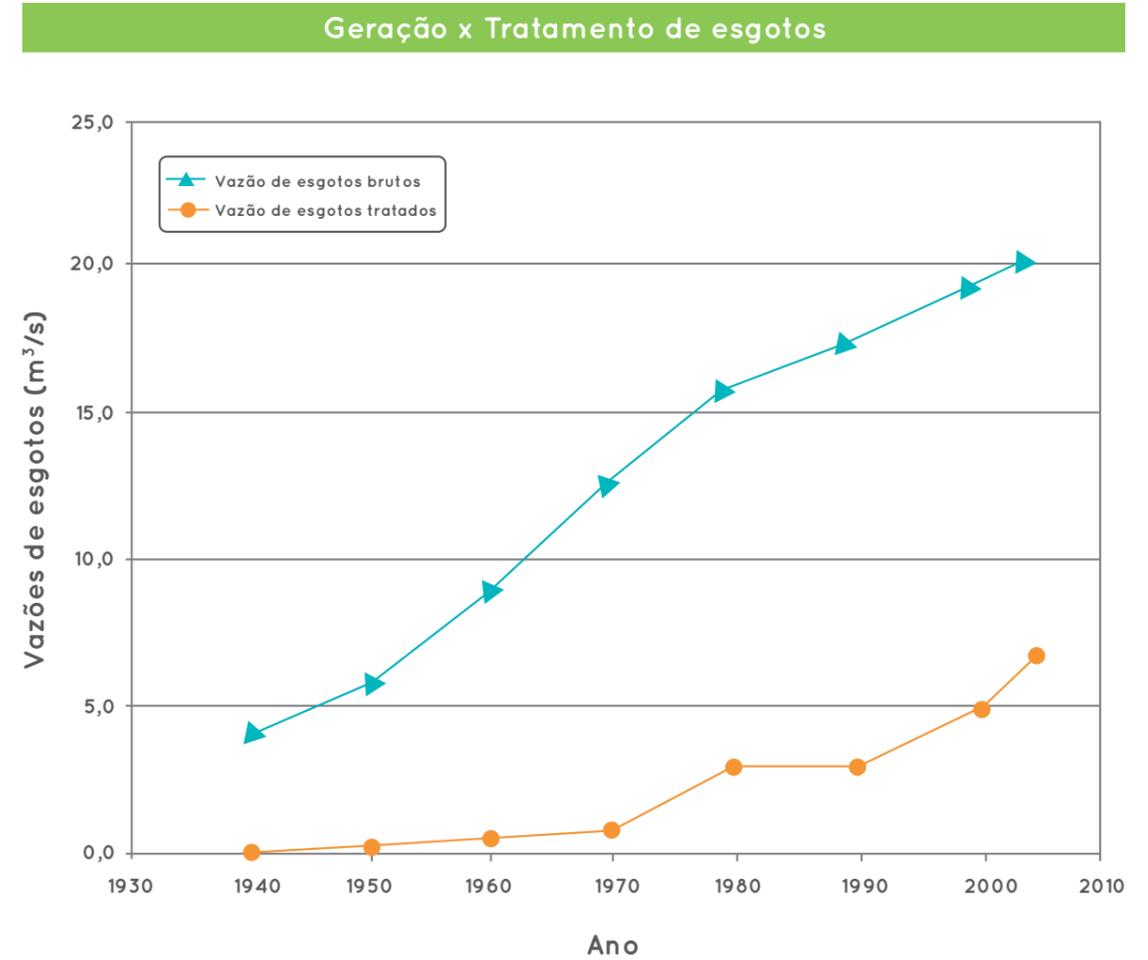
Conforme aponta Coelho (2007), o aumento da população, sem que houvesse o igual aumento da rede de coleta e tratamento de esgotos, fez com que grande parte dos efluentes sanitários fosse conectada às galerias pluviais e atingisse a Baía de Guanabara (Figura 6).

Com relação à efetiva geração de esgoto na região da Baía de Guanabara, existem muitos questionamentos acerca dos dados disponibilizados pelas empresas de saneamento, pelas prefeituras e pelo Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS).

Para fins do presente trabalho e do Boletim de Saúde Ambiental da Baía de Guanabara, elaborado com o apoio da Universidade de Maryland, optou-se por utilizar os números disponíveis no SNIS, principalmente porque esses são os dados oficiais constantes no banco de dados de caráter nacional. E também porque o presente estudo tem como objetivo ser ponto de partida da produção de uma série de informações sobre a Baía de Guanabara, de forma que, futuramente, a intenção seja refinar os dados ora indicados.

Nesse sentido, foram utilizados os dados de consumo de água e tratamento de esgotos em todos os 15 municípios que compõem a região do entorno da Baía, utilizando-se os dados disponíveis no SNIS referentes a 2014 (disponibilizados somente em 2016).

Para tanto, considerou-se que o volume de esgoto gerado é igual ao volume de água consumida, incluindo a água exportada (indicador AG010) e subtraindo-se o volume de água tratada exportado (indicador AG019). Logo, pode-se dizer, de forma resumida, que a estimativa do volume total de esgoto gerado foi baseada na equiparação com o volume total de água para abastecimento distribuída.



**Figura 6** – Evolução da geração e tratamento de esgoto na Bacia da Baía de Guanabara, desconsiderando o lançamento feito pelo emissário submarino de Ipanema  
Fonte: Coelho, 2007

Na sequência, estimou-se o volume total de esgoto tratado por município, a partir da soma do volume de esgoto tratado no próprio município (ES006) com o volume de esgoto exportado tratado em outro município (ES015).

Os resultados obtidos foram divididos pela população total de cada município, de forma a obter os dados referentes à geração e tratamento per capita. Na sequência, o valor per capita foi multiplicado pelo número de habitantes inseridos na bacia drenante à Baía de Guanabara, obtido a partir da soma dos valores dos setores censitários do IBGE, que se encontram inseridos na Bacia Hidrográfica da Baía.

Dessa forma, os resultados obtidos se encontram detalhados na Tabela 3.

Levando em consideração os esgotos gerados e tratados em toda a região, assim como a população de cada município, chegou-se à estimativa de que 34% do esgoto gerado na Bacia é tratado.

Como dito acima, esse valor representa uma estimativa com base nos dados autodeclaratórios disponíveis no SNIS. Isso significa dizer que há necessidade de utilização de outras fontes e metodologias para refinamento do cálculo apresentado.

**Tabela 3** – Tratamento de esgoto na região da Baía de Guanabara

Município	Esgotos tratados (%)
Belford Roxo	34%
Cachoeiras de Macacu	0%
Duque de Caxias	5%
Guapimirim	Dados não informados
Itaboraí	2%
Magé	0%
Mesquita	7%
Nilópolis	0%
Niterói	95%
Nova Iguaçu	0,05%
Rio Bonito	Dados não informados
Rio de Janeiro	47%
São Gonçalo	10%
São João do Meriti	0%
Tanguá	0%

Fonte: Elaborada pelos autores

Por tal motivo, ressalta-se que os resultados ora apresentados constituem o ponto de partida para que se conheça o esgoto sanitário que atinge a Baía de Guanabara. Em outras palavras, esse é o primeiro estudo, de outros que deverão ser apresentados, com o intuito de obter o número real de carga orgânica que atualmente deságua na Baía de Guanabara.

### 5. Conclusão

Uma reportagem recentemente publicada informa, com base em dados do Instituto Trata Brasil, que a universalização do saneamento básico no Brasil custaria R\$ 537 bilhões em vinte anos. O mesmo estudo aponta que o saldo positivo, ou seja, os benefícios gerados com o saneamento, ultrapassaria a marca de R\$ 1 trilhão (VELASCO, 2017).

A recuperação da Baía de Guanabara é uma medida urgente e tem a seu favor as características naturais da formação, que permitem uma constante renovação das suas águas:

*Em conclusão: a Baía de Guanabara, apesar de se apresentar seriamente alterada pela atividade humana, tem a favor da sua sobrevivência como sistema ecológico o eficiente processo de correntes de maré, que permite tempos pequeno de residência (20 a 30 dias) e permanente aporte de águas bem oxigenadas, a presença abundante de luz e altas temperaturas, característica de ambientais tropicais, que proporciona uma rápida digestão dos materiais orgânicos não refratários ali introduzidos e uma alta produção primária. É portanto um sistema com alta capacidade autodepurativa e relativamente simples de ser recuperado.<sup>5</sup>*

De toda sorte,

*“não é preciso ser especialista para saber que só teremos uma baía limpa quando levarmos os serviços de esgoto tratado para todos os municípios do entorno da baía, sobretudo aos maiores, como Duque de Caxias, Nova Iguaçu e São Gonçalo” (CORREA, 2016).*

A melhoria da qualidade da Baía envolve, inevitavelmente, a realização de obras e intervenções de engenharia, com vistas a melhorias na quantidade e qualidade do tratamento dos efluentes sanitários gerados. Tais projetos, no entanto, envolvem significativas somas e um longo prazo de implantação, em decorrência das dificuldades inerentes à implantação de tal infraestrutura em locais altamente adensados.

Apesar disto, é possível melhorar a qualidade da Baía de Guanabara a partir de melhorias na gestão. Nesse sentido, o primeiro passo a ser tomado é a melhora dos sistemas de transparência e comunicação acerca da qualidade ambiental do corpo hídrico.

A integração e a transparência entre os trabalhos desenvolvidos pelos órgãos de controle que atuam na Baía, incluindo o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), a Marinha e as prefeituras, permitem ao cidadão conhecer melhor o cenário e o que se pretende realizar em curto, médio e longo prazos.

Além disso, a implantação de uma estrutura de governança poderá gerar um centro de conhecimento sobre a Baía, com atividades que incluam fiscalização, produção de conhecimento, captação de recursos e elaboração de projetos de melhoria.

Em longo prazo, a universalização do saneamento básico e do esgotamento sanitário somente será possível com a continuidade das ações em desenvolvimento. Trata-se, portanto, de medida de implementação contínua, ou, em outras palavras, um trabalho que nunca poderá ser considerado concluído.

### Notas

<sup>1</sup>Poluição na Baía de Guanabara e áreas circunvizinhas. Relatório da mesa-redonda de poluição realizada em 15 de junho de 1961. A. C. Barbosa Teixeira, Coordenador da mesa-redonda, chefe do setor de segurança industrial, Assessoria Geral de Pessoal (ASPES) – Petrobras.

<sup>2</sup>De acordo com o Censo Demográfico de 2010, aglomerado subnormal é: “um conjunto constituído de, no mínimo, 51 unidades habitacionais (barracos, casas etc.) carentes, em sua maioria, de serviços públicos essenciais, ocupando ou tendo ocupado, até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular) e estando dispostas, em geral, de forma desordenada e densa. A identificação dos aglomerados subnormais deve ser feita com base nos seguintes critérios:

a) Ocupação ilegal da terra, ou seja, construção em terrenos de propriedade alheia (pública ou particular) no momento atual ou em período recente (obtenção do título de propriedade do terreno há 10 anos ou menos); e b) Possuírem pelo menos uma das seguintes características: urbanização fora dos padrões vigentes – refletido por vias de circulação estreitas e de alinhamento irregular, lotes de tamanhos e formas desiguais

e construções não regularizadas por órgãos públicos; ou precariedade de serviços públicos essenciais.

Os aglomerados subnormais podem se enquadrar, observados os critérios de padrões de urbanização e/ou de precariedade de serviços públicos essenciais, nas seguintes categorias: invasão, loteamento irregular ou clandestino, áreas invadidas e loteamentos irregulares e clandestinos regularizados em período recente.”

<sup>3</sup>Art. 1º, §2º da Lei Estadual nº 3.239/1999.

<sup>4</sup>Art. 2º, V da Lei Federal nº 13.089/2015.

<sup>5</sup>Pesquisas ambientais na Baía de Guanabara – relatório sumário das pesquisas realizadas pelo grupo de química do mar da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) na Baía de Guanabara. Relatório para uso da FEEMA, contém resultados ainda não publicados – trabalho sem data, porém inclui trabalhos a partir de 1976.

### Referências bibliográficas

- ALENCAR, E. **Baía de Guanabara**: descaso e resistência. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll, 2016. 128 p.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Rio de Janeiro: CEPERJ, 2013. Disponível em: <http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/pib/pib.html>. Acesso em: 21 mar. 2017.
- BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO. **Programa de Saneamento básico da Bacia de Guanabara**: relatório final de projeto. Brasília, 2006.
- BRASIL. Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, 13 jan. 2015.**
- \_\_\_\_\_. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, 8 jan. 2007.**
- \_\_\_\_\_. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, 3 ago. 2010.**

COELHO, V. **Baía de Guanabara**: uma história de agressão ambiental. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2007. 278 p.

COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTO (RJ). Programa de Despoluição da Baía de Guanabara – PDBG. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <[http://www.cedae.com.br/despoluicao\\_baia\\_guanabara](http://www.cedae.com.br/despoluicao_baia_guanabara)>. Acesso em: 21 mar. 2017.

ENDERS, A. **A História do Rio de Janeiro**. Tradução de Joana Angélica D'Ávila Melo. 3. ed. Rio de Janeiro: Gryphus, 2015. 428 p.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE (RJ). **Qualidade de águas da Baía de Guanabara**: estatística básica: 1990/1999. Rio de Janeiro, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2011.

\_\_\_\_\_. Estados: Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=rj>>. Acesso em: 21 mar. 2017.

OBSERVATÓRIO SOBERANIA AMBIENTAL. Comitês de Bacia Hidrográfica fluminenses – CBHs. Disponível em: <<https://soberaniaambiental.blogspot.com.br/2016/05/Comites-de-Bacia-Hidrografica-CBH-RJ.html>>. Acesso em: 21 mar. 17

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO. **Pesquisas ambientais na Baía de Guanabara**: relatório sumário das pesquisas realizadas pelo grupo de química do mar da PUC/RJ na Baía de Guanabara. Rio de Janeiro, [197-?].

PROGRAMA DE FORTALECIMENTO DA GOVERNANÇA E DA GESTÃO DA BAÍA DE GUANABARA. **Diagnóstico do estado da Baía de Guanabara**. Rio de Janeiro: KCI Technologies Inc., 2016. Disponível em: <[www.inearj.gov.br/guanabara](http://www.inearj.gov.br/guanabara)>. Acesso em: 05 jul. 2017.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei nº 3.239, de 02 de agosto de 1999. **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 03 out. 1999.

TEIXEIRA, A. B. (Coord.). Relatório da mesa redonda da poluição na Baía de Guanabara e áreas circunvizinhas, realizada em 15 jun. 61. **Boletim técnico da Petrobrás**, Rio de Janeiro, n. 4, p. 497-508, 1964.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Inspeção ordinária para verificar os resultados da primeira fase do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara**: relatório final. Rio de Janeiro, 2016.

VELASCO, C. Universalização do saneamento traria R\$ 537 bi ao país em 20 anos, diz estudo. **G1**, Rio de Janeiro, 12 abr. 2017. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/noticia/universalizacao-do-saneamento-traria-r-537-bi-ao-pais-em-20-anos-diz-estudo.ghtml>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

## Sobre os autores

### Marlus Oliveira

Advogado formado pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) e mestre em Engenharia Urbana e Ambiental (PUC-Rio). Ingressou na FEEMA como estagiário voluntário em 2008 e, posteriormente, atuou como Advogado, Ouvidor e Chefe de Gabinete do Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Atualmente, atua como Coordenador no Programa de Saneamento Ambiental do Municípios do Entorno do Rio de Janeiro (PSAM), na Cooperação Técnica para o Fortalecimento da Governança e da Gestão da Baía de Guanabara e na assessoria jurídica da Subsecretaria Adjunta de Planejamento da Secretaria de Estado do Ambiente.

### Guido Gelli

Mestre em Planejamento Energético e Ambiental pela COPPE-UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro); Engenheiro Civil pela PUC-Rio e Consultor do PSAM. Foi Diretor de Biodiversidade e Áreas Protegidas do INEA; Diretor do Jardim Botânico do Rio de Janeiro; Diretor de Geociências do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Professor do MBA em Gestão Ambiental da FGV e Consultor da OCDE e da CEPAL.

### Stella Procópio

Mestre em Geografia com especialização em Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto aplicado à Gestão Territorial pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ).

### Nelson Correia

Engenheiro Civil, especialista em Gestão Técnica do Meio Urbano (GTU) pela Université de Technologie de Compiègne (UTC-France / PUC-PR).

### Leonardo Daemon

Mestre em planejamento energético e ambiental pela COPPE/UFRJ, especialista em engenharia sanitária pela Escola Nacional de Saúde Pública, bacharel em ciências biológicas. É coordenador de monitoramento da qualidade ambiental do INEA. Atualmente responsável por administrar todo o setor de qualidade das águas, do ar e laboratórios do instituto.

# Rio Paraíba do Sul: qualidade da água na Região Sul Fluminense

*Paraíba do Sul River:  
water quality in Southern Fluminense, in Rio de Janeiro*

► Luís Fernando Faulstich Neves; Cristina Aparecida Gomes Nassar; Luiz Constantino da Silva Junior

## ► Resumo

Este estudo avalia a variação temporal da qualidade de água de um trecho de rio da Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul, localizado entre os municípios de Porto Real e Volta Redonda, entre os anos 2000 e 2015. Foram avaliados parâmetros físicos, químicos e biológicos, coletados pelas estações de amostragem do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) na calha principal do Rio Paraíba do Sul. Os resultados com maiores percentuais de não conformidade encontrados foram nos parâmetros Coliformes Termotolerantes, com todos os valores referentes às médias por estações do ano em desacordo com as resoluções CONAMA nº 357 e nº 430, seguido pelo Fósforo Total e o Alumínio Dissolvido, que também apresentaram todas as médias irregulares, e pelo parâmetro Mercúrio, com a média referente à estação inverno fora do padrão das resoluções supracitadas. Políticas eficientes, conscientização ambiental da população envolvida e, principalmente, investimentos voltados ao reflorestamento e no saneamento urbano são imprescindíveis para melhoria da qualidade da água do trecho de rio avaliado na região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul.

## Palavras-chave

Qualidade da Água. Parâmetros Físico-Químicos e Biológicos. Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul.

## ► Abstract

*This study evaluates the temporal variation of water quality in a Paraíba do Sul river stretch in Médio Paraíba do Sul River Basin, between 2000 and 2015. Physical, chemical and biological parameters were collected at the sampling stations of the Rio de Janeiro State Environmental Institute (INEA) in the main channel of the Paraíba do Sul River. Thermotolerant Coliforms parameter had the worst results, with all values (referring to the seasonal means) in disagreement with both CONAMA nº 357 e nº 430 Resolutions, followed by Total Phosphorus, Aluminium, also with violations throughout the whole period, and Mercury, with violations concentrated in the Winter period. Efficient policies, environmental awareness of the population involved and, mainly, investments in reforestation and urban sanitation are essential to improve the current framework of the river basin region of the Middle Paraíba do Sul.*

## Keywords

*Water quality. Physical-chemical and biological parameters. Médio Paraíba do Sul Region.*

Médio Paraíba do Sul entre os municípios de Porto Real e Volta Redonda: trecho do rio teve suas águas avaliadas pelo INEA durante 15 anos

## 1. Introdução

Tratando-se de recursos hídricos, é de senso comum que o Brasil possui uma situação privilegiada. No entanto, não existe uniformidade na abundância deles no território, nem ao longo do ano (ANA, 2012). A distribuição desigual não é atípica em países de proporções continentais como o Brasil. Por isso, representa um desafio para a gestão hídrica atual e futura (OCDE, 2015). Dentro desta perspectiva, a gestão dos recursos hídricos, nos moldes da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997), define, entre seus fundamentos, que a água é um bem de domínio público, limitado e de valor econômico. A Lei instrui também que a gestão dos recursos hídricos deve proporcionar usos múltiplos para a água, sendo a bacia hidrográfica a unidade territorial para a implementação desta política.

A Bacia do Rio Paraíba do Sul (BRPS) faz parte da Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste, englobando os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Responsável pelo abastecimento, integral ou parcial, de 184 municípios inseridos em seu território, essa bacia fornece água para mais de 17 milhões de habitantes. Apenas no Rio de Janeiro, ela abrange 62% da área do Estado, abastecendo cerca de 12,3 milhões de habitantes. Em seu percurso por terras fluminenses, o Rio Paraíba do Sul abastece diretamente 17 municípios, além de nove cidades na Região Metropolitana, através da transposição das suas águas para o Rio Guandu (FORMIGA-JOHNSON et al., 2015). Tais fatos determinam a importância do Paraíba do Sul para o Sudeste brasileiro, em especial para o Rio de Janeiro.

O desenvolvimento econômico e o crescimento urbano na BRPS vêm diminuindo tanto a qualidade quanto a disponibilidade de água. Essa deterioração se deve não somente à diluição excessiva de esgoto urbano no manancial do Rio Paraíba do Sul, mas também, conforme alertado no Plano de Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, (CEIVAP, 2006), ao crescimento desordenado das cidades e ao aumento no número de indústrias instaladas. A situação é agravada, ainda, pela ocupação das margens, que com-

promete a vegetação ribeirinha e sua função ecológica no ecossistema. Segundo Coelho (2012), no tocante ao saneamento básico, a situação é preocupante, uma vez que um bilhão de litros de esgoto doméstico são despejados diariamente nos rios da BRPS. A situação se complica em razão da falta de estação de tratamento de esgoto em alguns municípios da bacia hidrográfica. Em adição ao problema do despejo de esgoto, Tundisi & Tundisi (2016) alertam para o conjunto de outras substâncias tóxicas dissolvidas na água, algumas das quais podem se acumular nos sedimentos e na cadeia alimentar por meio do processo de bioacumulação. Esse acúmulo nos organismos pode gerar toxicidade crônica e/ou aguda e, inclusive, afetar o homem.

**Segundo Coelho (2012), no tocante ao saneamento básico, a situação é preocupante, uma vez que um bilhão de litros de esgoto doméstico são despejados diariamente nos rios da BRPS. A situação se complica em razão da falta de estação de tratamento de esgoto em alguns municípios da bacia hidrográfica**

Em razão dos problemas levantados, é essencial o monitoramento da água da bacia para subsidiar estudos de série temporal que permitam avaliar alterações na hidroquímica ao longo dos anos. Uma longa série temporal pode fornecer informações confiáveis para o processo de gestão desse recurso hídrico, bem como para seus diversos usos (abastecimento público e industrial, irrigação, geração de energia, pesca e recreação). Desse modo, visamos avaliar a variação sazonal de parâmetros físico-químicos e microbiológicos da qualidade da água em um trecho de rio da Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul. O estudo tem, ainda, o objetivo de listar os principais impactos ambientais gerados pelas atividades humanas existentes.

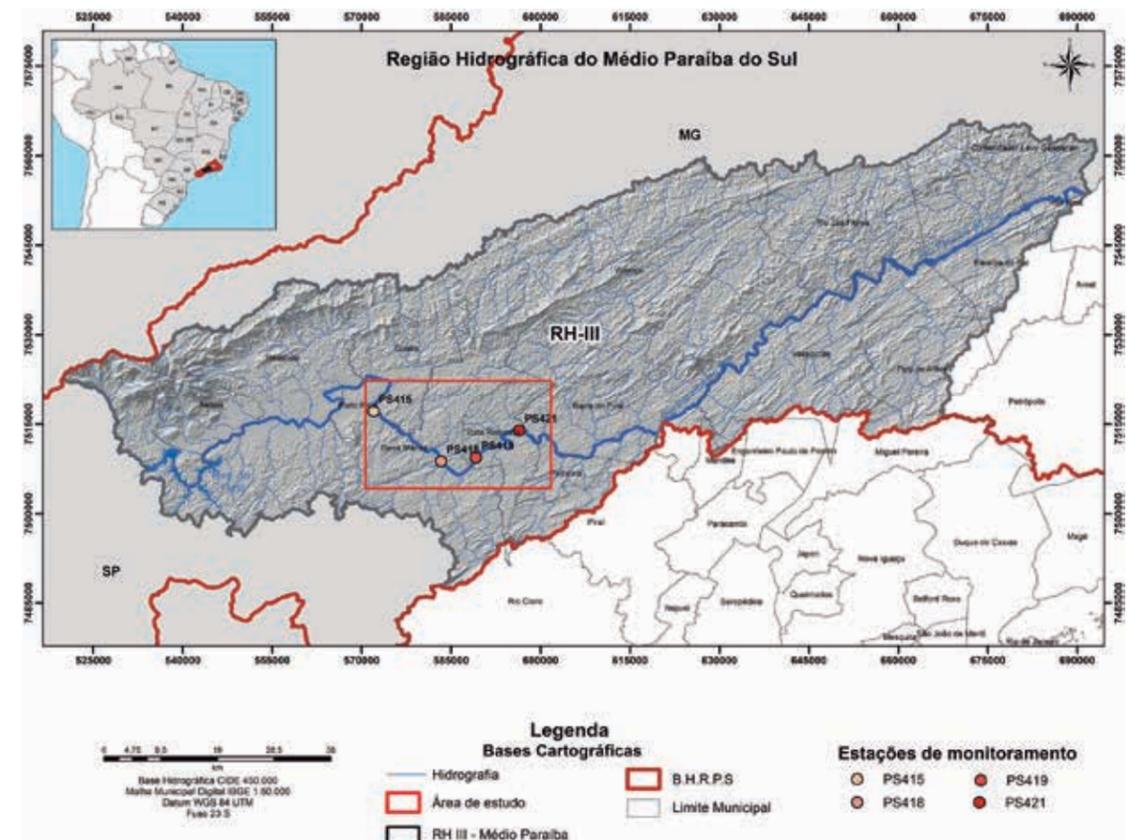
## 2. Metodologia

### 2.1 Área de estudo

O trecho estudado na BRPS faz parte da Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (Figura 1), onde se localizam as quatro estações de monitoramento da qualidade da água contempladas no presente estudo, gerenciadas pelo Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA). As estações de monitoramento estão dispostas entre o Tecnopolo do município de Porto Real e o Parque Siderúrgico do município de Volta Redonda, abrangendo 38 km da calha principal do Rio Paraíba do Sul. As estações têm as seguintes denominações e localizações: PS415, ponte entre

os municípios Floriano/Quatis (22° 27' 01.69"S-44° 18' 01.36"O); PS418, ponte a jusante da siderúrgica de Barra Mansa (22° 31' 32.78"S-44° 11' 23.83"O); PS419, ponte de pedestre, próxima à fábrica Cimento Tupi, em Barra Mansa (22° 31' 11.89"S-44° 07' 59.53"O); e PS421, na BR-116, primeira ponte adentrando o município de Volta Redonda (22° 28' 42.42"S-44° 03' 46.87"O).

Nesse trecho, o rio recebe efluentes municipais e de empresas dos ramos automobilístico, químico, siderúrgico e de mineração (INEA, 2015). A vazão média de longo termo é de 178 m<sup>3</sup>/s na altura da cidade de Três Rios e os índices pluviométricos são de 1.000 mm a 1.250 mm, entre os municípios de Vassouras e Cantagalo (CEIVAP, 2014).



**Figura 1** – Mapa da Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (RH-III), demarcada pela Resolução nº 107 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Destaque para o trecho de rio analisado e para as estações de coletas: PS415; PS418; PS419 e PS421  
**Fonte:** elaborada pelos autores

## 2.2 Dados amostrais

Dez parâmetros da qualidade da água foram selecionados (Tabela 1) para análise por: (i) serem bons indicadores dos impactos conhecidos na calha do Rio Paraíba do Sul: despejo de efluentes domésticos e industriais (MALM et al., 1988; CEIVAP, 2006 e 2014; COELHO, 2012 e INEA, 2010, 2012 e 2015); e (ii) apresentarem um número relativamente elevado de amostras dentro do período histórico analisado. Entretanto, cabe enfatizar que as vazões do rio não foram relacionadas aos valores dos parâmetros analisados. Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos estão discriminados na Tabela 1, bem como os métodos de análise, conforme regulamentação da *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (USA). As informações analisadas neste estudo foram disponibilizadas pelo INEA e compõem um intervalo temporal entre os anos 2000 e 2015, com amostragens semanais.

**Tabela 1** – Métodos de análise da qualidade da água utilizados pelo INEA, conforme *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – USA* (INEA apud EATON et al., 1995).

Ensaio	Método
Alumínio dissolvido	SM 3111D
Coliformes termotolerantes	SM 9221E2
DBO520	SM 5210 A/B
Fósforo total	SM 4500-P A/B/E
Mercúrio	SM 3112B
Nitrogênio amoniacal dissolvido	SM 4500-NH3 A/F
Oxigênio dissolvido	SM 4500-O A/C
pH	SM 4500-H+
Temperatura	Sonda multiparâmetros
Turbidez	SM 2130 A/B

Fonte: INEA, 2016

Cabe destacar que os dados provenientes das estações de monitoramento foram agrupados para a realização dos testes estatísticos. Desta forma, o diagnóstico refere-se à região que se estende de Porto Real a Volta Redonda como um todo.

Para comparação com a legislação vigente, foram inseridos os valores de referência para rios de classe II das resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 357, de 2005, e nº 430, de 2011 (que complementou e alterou a anterior). Essas resoluções apresentam os referenciais de classificação dos corpos hídricos, bem como as condições e padrões de lançamento de efluentes permitidos em corpos d'água. Os dados foram analisados de acordo com a média aritmética encontrada por estação do ano. O número de amostras não foi semelhante para todos os anos analisados.

Para verificar a ocorrência de diferenças entre as estações do ano, realizou-se a Análise de Variância (ANOVA) para cada parâmetro avaliado, seguido de um teste *post hoc* quando  $p < 0,05$ . O teste de Correlação de Pearson foi utilizado para relacionar os parâmetros estudados. Para os testes, foi empregado o software *Statistica for Windows 5.0*.

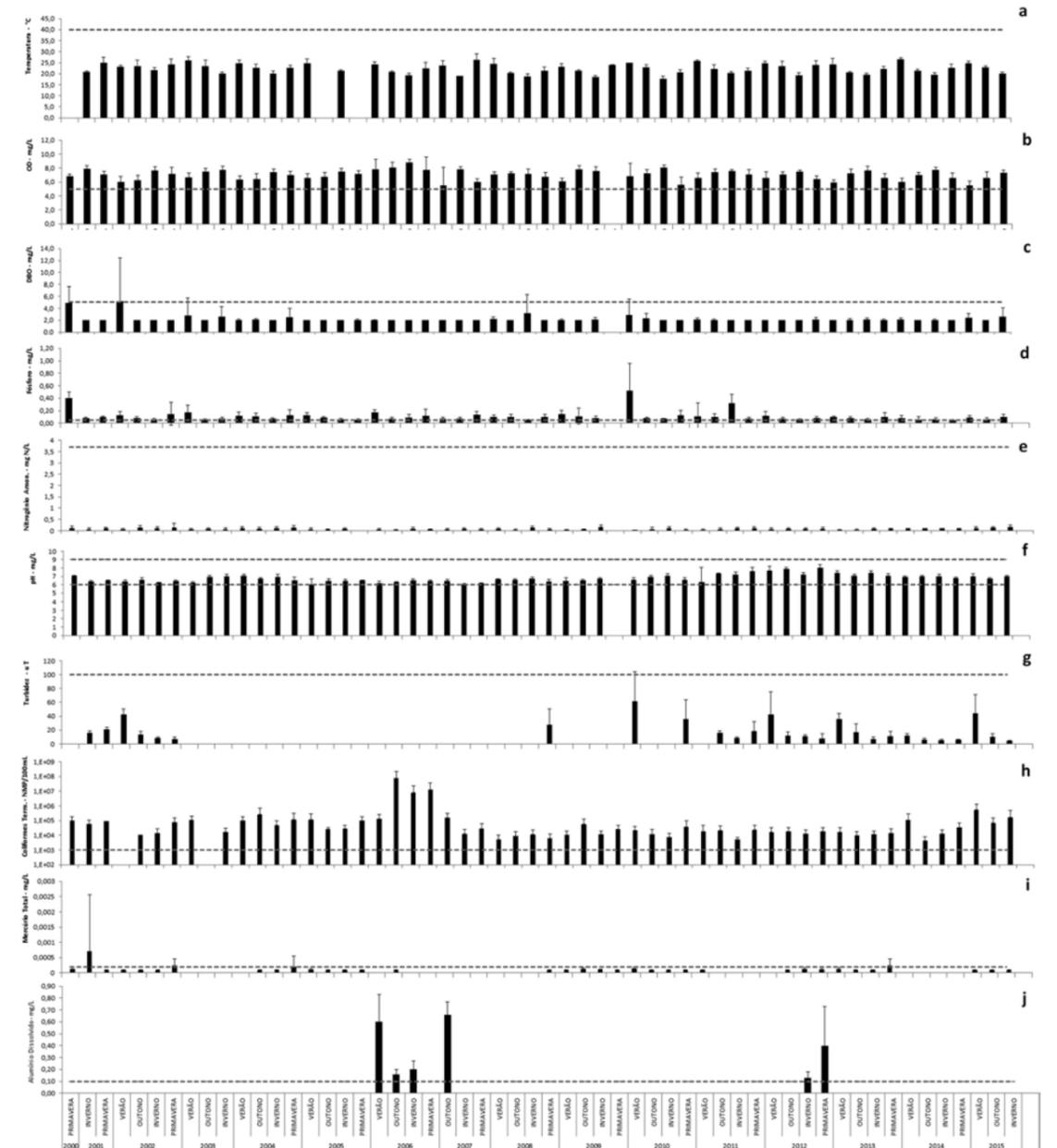
## 3. Resultados

A média e o desvio padrão dos dados da série histórica, de acordo com as estações do ano, foram sintetizados na Tabela 2. A tabela também indica os padrões definidos exigidos pelas Resoluções CONAMA nº 357 e nº 430.

### 3.1 Temperatura da Água

A temperatura da água na região ficou entre 16 e 30 °C, com média geral de 22,4 °C. Como era de se esperar, as mais baixas temperaturas foram registradas nos meses de junho a agosto (inverno) e as mais altas, nos meses de novembro a fevereiro (verão) (Figura 2a).

Não foi possível detectar violação nos padrões estipulados pela Resolução CONAMA nº 430 através dos dados analisados, pois o valor de referência (não superior a 40 °C) refere-se à temperatura do efluente descartado, e não o mensurado no corpo receptor. O teste ANOVA indicou diferença significativa entre as estações do ano ( $H=35,57$ ;  $p < 0,05$ ), sendo que a primavera e o outono demonstraram variações semelhantes entre si (Tabela 2).



**Figura 2** – Resultados da análise sazonal, conforme as médias dos parâmetros analisados (2000 a 2015), com inclusão dos limites legais (Resoluções CONAMA) representada pelas linhas horizontais.

- (a) Temperatura, limite de tolerância (não superior a 40 °C)
- (b) Oxigênio Dissolvido, limite (não inferior a 5 mg/L O2)
- (c) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20 °C), limite de tolerância (até 5 mg/L)
- (d) Fósforo total, limite de tolerância (até 0,050 mg/L)
- (e) Nitrogênio Amoniacal total, limite de tolerância (3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5)
- (f) Potencial Hidrogeniônico - pH, limite de tolerância (entre 6 a 9)
- (g) Turbidez, limite de tolerância (até 100 de UNT)
- (h) Coliformes Termotolerantes, limite de tolerância (até 1.000 NMP/100 mL): o gráfico foi expresso em escala logarítmica (x1000) para uma melhor visualização do comportamento do parâmetro ao longo da série
- (i) Mercúrio total, limite de tolerância (0,0002 mg/L Hg)
- (j) Alumínio, limite de tolerância (não superior a 0,1 mg/L)

Fonte: elaborada pelos autores

### 3.2 Oxigênio Dissolvido (OD)

Os valores de OD variaram entre 1,2 e 9,8 mg/L, tendo a mínima sido registrada no outono de 2007 e a máxima, no verão de 2006. A média de OD para a série temporal foi de 7mg/L. O padrão de referência (não inferior a 5 mg/L) da Resolução CONAMA nº 357 foi infringido 11 vezes (2,0 %), nos anos de 2002, 2004, 2007, 2010, 2014 e 2015 (Figura 2b), ocasiões em que os valores atingiram entre 1,2 e 4,8 mg/L. O comportamento oscilante do OD pode ter relação com aportes pontuais de esgoto e/ou chuvas torrenciais, atrelado à boa capacidade depurativa do rio, pois o trecho analisado apresenta corredeiras capazes de aumentar a taxa de oxigênio dissolvido. Houve, ainda, diferença significativa entre as estações do ano (H=14,08; p<0,05), apresentando o inverno valores mais altos (Tabela 2).

### 3.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub><sup>20</sup>)

A DBO<sub>5</sub><sup>20</sup> apresentou variações entre 2 e 20 mg/L, com o pico máximo registrado no verão de 2002 (4,6 mg/L), corroborado com a baixa taxa de OD encontrada no mesmo período. A média geral da série ficou em 2,2 mg/L. O padrão de referência da Resolução CONAMA nº 357 (DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O<sub>2</sub>) foi infringido dez vezes (1,9 %) em toda a série analisada, com valores variando de 5,6 a 20,0 mg/L nos anos 2000, 2002, 2003, 2004, 2008, 2010 e 2015 (Figura 2c). A DBO<sub>5</sub><sup>20</sup> se manteve frequentemente dentro dos limites legais. Os valores mais altos (em desacordo com a resolução) coincidiram com os mesmos períodos de OD mais baixos. Não houve diferença significativa (Tabela 2) entre as estações do ano (H=1,58; p>0,05).

### 3.4 Fósforo Total

O Fósforo apresentou variações entre 0,01 e 1,2 mg/L, registrando a máxima no verão de 2010. A média geral da série ficou em 0,10 mg/L. O limite máximo de tolerância do Fósforo estipulado pela Resolução CONAMA nº 357 é de até 0,05 mg/L, em ambientes intermediários. Esse parâmetro ultrapassou 436 vezes o limite de referência, ficando demonstrado que 80% das amostras apresentaram Fósforo em concentrações elevadas (Figura 2d). Não houve diferença significativa (Tabela 2) entre as estações do ano (H=2,65; p>0,05).

### 3.5 Nitrogênio Amoniacal

O Nitrogênio Amoniacal apresentou valores entre 0,01 e 0,81 mg N/L, tendo o pico máximo sido registrado no verão de 2002, em um evento esporádico. A média da série analisada ficou em 0,08 mg N/L. Não houve registro de violação no padrão da Resolução CONAMA nº 357 (3,7 mg N/L para pH ≤ 7,5) (Figura 2e). O Nitrogênio apresentou alguma variação em relação às quatro estações do ano, mas isso não demonstrou ser um problema na região estudada, que segue preservando o status Mesotrófico, conforme classificação apresentada por Vollernweider (1968). Observou-se diferença significativa entre as estações do ano (H=4,80; p<0,05), sendo que os valores observados no verão, primavera e outono foram semelhantes entre si (Tabela 2).

### 3.6 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH variou de 3,6 a 8,5, com a mínima registrada no verão de 2005 e a máxima, na primavera dos anos 2011 e 2012. O padrão de referência da Resolução CONAMA nº 357 (pH entre 6,0 a 9,0) foi violado dez vezes, totalizando 2% das amostras com valores de pH entre 3,5 e 5,9 nos anos 2004, 2005, 2006, 2007 e 2009 (Figura 2f). No período analisado, a variação do pH mostrou um comportamento tendente à neutralidade, conforme a média geral encontrada (6,8).

O pH demonstrou comportamento com pequenas oscilações ao longo da série, com variações associadas aos períodos de cheia (de outubro a março) e seca (de abril a setembro), como também a descartes de efluentes e particulados oriundos da mineração. Não houve diferença significativa entre os valores de pH (Tabela 2) nas estações do ano (H=0,23; p>0,05).

### 3.7 Turbidez

A Turbidez mostrou taxas variando entre 1,5 e 170 uT, com a mínima registrada no inverno de 2013 (período seco) e a máxima, no verão de 2010 (período chuvoso). A série apresentou intervalo de amostragens entre os anos 2003-2007 e 2009. A média geral ficou registrada em 18,4 uT. O padrão de referência da Resolução CONAMA nº 357 (até 100 UNT) foi infringido três vezes, em cerca de 2% da série tem-

**Tabela 2** – Média geral, desvio padrão e número de amostras dos parâmetros da qualidade da água analisados na Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul, entre 2000 e 2015, bem como os padrões de referência conforme as Resoluções CONAMA nº 357/2005 e nº 430/2011

Parâmetro / Unidade de medida/ N° de amostras	Verão	Outono	Inverno	Primavera	CONAMA
Temperatura - °C (n. 513)	24,6 ± 0,98	22,2 ± 1,37a	19,8 ± 1,93	22,9 ± 1,75a	≤ 40 <sup>(1)</sup>
Oxigênio Dissolvido - mg/L (n. 537)	6,34 ± 0,38 b	7,01 ± 0,30a	7,70 ± 0,69a	6,69 ± 0,58b	≥ 5
DBO520 - mg/L* (n. 550)	2,59 ± 0,99	2,03 ± 0,75	2,17 ± 0,30	2,25 ± 0,83	≤ 5
Fósforo Total - mg/L* (n. 542)	0,13 ± 0,08	0,08 ± 0,08	0,08 ± 0,06	0,14 ± 0,07	≤ 0,05
Nitrogênio Amoniacal - mg N/L (n. 539)	0,06 ± 0,03a	0,07 ± 0,03a	0,10 ± 0,03ab	0,08 ± 0,02ab	3,7 <sup>(2)</sup>
pH* (n. 546)	6,6 ± 0,48	6,8 ± 0,40	6,8 ± 0,37	6,7 ± 0,60	6,0 a 9,0
Turbidez - uT (n. 277)	44,1 ± 25,07b	12,1 ± 4,92a	8,2 ± 3,4a	22,8 ± 21,4ab	≤ 100 <sup>(3)</sup>
Coliformes Termotolerantes NMP/100 mL* (n. 451)	98426 ± 175098	5820141 ± 3212035	527907 ± 193063	883012 ± 41716	≤ 1000
Mercúrio - mg/L* (n. 123)	0,0001 ± 0	0,0001 ± 0	0,0002 ± 0,0002	0,0001 ± 0,0001	≤ 0,0002
Alumínio Dissolvido - mg/L (n. 24)	0,6 ± 0,23	0,46 ± 0,27	0,15 ± 0,06	0,40 ± 0,33	≤ 0,1

\* sem diferença significativa entre as estações do ano;  
<sup>a,b</sup> Letras indicam semelhança entre as estações do ano;  
 n. Número de amostras  
<sup>(1)</sup> valor referente ao lançamento do efluente no corpo hídrico; sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura (redação CONAMA 430);  
<sup>(2)</sup> para pH ≤ 7,5 (redação CONAMA 357);  
<sup>(3)</sup> até 100 de UNT (redação CONAMA 357).

poral, nos anos de 2010, 2011 e 2015 (Figura 2g). Os valores de Turbidez apresentaram diferenças significativas ao longo das estações (H=5,49; p<0,05). O verão apresentou semelhança com os valores da primavera, sendo esses os mais altos (Tabela 2).

### 3.8 Coliformes Termotolerantes

Este parâmetro apresentou valores entre 200 e 300.000.000 NMP/100 ml, com a mínima registrada no verão de 2015 e a máxima, no outono de 2006. Em relação à média geral da série histórica, o valor foi 895.964 NMP/100 mL, bem acima do limite legal permitido. O padrão da Resolução CONAMA nº 357 (1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros) foi violado em 98% das amostras. O gráfico referente às médias por estações do ano, ao longo da série histórica, foi expresso em escala logarítmica para melhor visualização (Figura 2h). Em relação às variações sazonais

(Tabela 2), não houve diferença significativa (H=0,88; p>0,05) entre as estações do ano, possivelmente em razão da grande variação dos valores entre as coletas.

### 3.9 Mercúrio (Hg)

O Hg apresentou variações entre 0,0001 mg/L e 0,0060 mg/L, com a máxima registrada no inverno de 2001. Aproximadamente 13% das amostras ficaram acima do limite máximo permitido pela legislação, característica que pode estar vinculada a descartes de indústrias de metais e agroquímicos contendo Hg em sua composição. A média geral da série se manteve em 0,0001 mg/L (valor limite máximo permitido pela Resolução CONAMA nº 357), porém a média referente ao período do inverno foi a única que se manteve em desacordo com a legislação. A Figura 2i apresenta as médias conforme as estações do ano, sendo que nos anos de 2003, 2007

e 2014 não houve amostragens. Não foi encontrada diferença significativa (Tabela 2) entre as estações de ano ( $H=0,69$ ;  $p>0,05$ ).

### 3.10 Alumínio Dissolvido

O Alumínio teve variações máxima e mínima entre 0,10 e 0,95 mg/L, com a máxima registrada no verão de 2006. A média geral ficou em 0,32 mg/L, valor acima do estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357. Neste parâmetro, ocorreram amostragens apenas nos anos de 2006, 2007 e 2012. Ao todo, foram 24 amostras, sendo este parâmetro o que apresentou o menor N amostral (Figura 2j). Do total de amostras, 66,7% estavam em desacordo com resolução vigente (Tabela 2).

### 4. Discussão

A análise de Correlação de Pearson indicou que a Demanda Bioquímica de Oxigênio teve correlação positiva ( $p<0,05$ ) com Nitrogênio Amoniacal ( $r=0,47$ ) e com Coliformes Termotolerantes ( $r=0,64$ ). O Oxigênio Dissolvido teve correlação negativa ( $p<0,05$ ) com Temperatura ( $r=-0,52$ ) e com Turbidez ( $r=-0,52$ ). Já a Turbidez apresentou correlação positiva com o Fósforo ( $r=0,71$ ) e negativa com o Nitrogênio ( $r=-0,59$ ).

O estudo de Malm e colaboradores (1988) apresentou os seguintes valores para BRPS, incluindo o Rio Guandu: Coliformes fecais (210.000 mg/L);  $DBO_5^2$  (2,4 mg/L); Partículas em suspensão (80%) e pH (6,6). O parâmetro Coliformes apresentou valores em desacordo com a resolução vigente à época (Resolução CONAMA nº 20, de 1986). Os autores afirmam que o alto nível de matéria orgânica particulada presente no manancial deve ser considerado o principal veículo transportador de metais pesados no Rio Paraíba do Sul, sendo este um amplificador do problema.

O Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP, 2007) apresentou dados sobre a qualidade da água de toda a bacia. Nesse estudo, foram estabelecidas as percentagens de violações dos índices para classe II, perante a Resolução CONAMA nº 357. Entre os parâmetros que apresentaram valores mais preocupantes, estavam: Mercúrio; compostos fosfatados; Coliformes e  $DBO_5^{20}$ . Tal fato indica o contínuo processo de poluição por material orgâni-

co na bacia, conforme já alertado por diversos trabalhos (MALM et al., 1988; CEIVAP, 2006, 2007 e 2014; COELHO, 2012; e INEA, 2010, 2012 e 2015).

O trabalho de Coelho (2012) na região da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), em Volta Redonda, no período de 1990 a 2001, apresentou os seguintes valores para os parâmetros: OD (7,0 mg/L); DBO (2,0 mg/L); Fósforo (0,09 mg P/L); pH (6,9); Coliformes Termotolerantes (50.000 NMP/100ml) e Mercúrio ( $<0,10$  mg/L). Para o Nitrogênio Amoniacal, o estudo detectou nos anos de 2002 e 2003 concentrações que variaram de 0,08 a 0,07 mg/L no trecho a montante da CSN e de 0,13 a 0,12 mg/L no trecho a jusante. Todos esses valores estão próximos aos encontrados no presente estudo, confirmando a progressiva degradação do rio desde o ano de 1990.

**Os autores afirmam que o alto nível de matéria orgânica particulada presente no manancial deve ser considerado o principal veículo transportador de metais pesados no Rio Paraíba do Sul, sendo este um amplificador do problema**

Nos trabalhos de monitoramento realizados pela Superintendência do INEA na região, parte deles reunida no relatório "Avaliação Ambiental do Rio Paraíba do Sul trecho Funil - Três Rios", a qualidade da água foi analisada por meio do convênio entre as empresas Votorantim-CSN-Servatis, entre os anos de 2007 a 2010 (INEA, 2010), 2010 a 2012 (INEA, 2012) e 2012 a 2014 (INEA, 2015). Nos dados obtidos nas estações de coletas PS6, PS7 e PS8 (entre o distrito de Floriano e Volta Redonda), a média do Fósforo foi de 19,7 mg/L (2010), 0,37 mg/L (2012) e 0,04 mg/L (2015). Os outros parâmetros registraram as seguintes médias: Nitrogênio - 0,26 mg/L (2010), 0,11 mg/L (2012) e 1,6 mg/L (2015); pH - 6,7 (2010), 7,0 (2012) e 6,42 (2015); OD - 6,5 mg/L (2010), 8,54 mg/L (2012) e 7,72 mg/L (2015); Temperatura - 23,9 °C (2010), 23,5 °C (2012) e 21,6 °C (2015); Turbidez - 37,3 uT (2010), 115 uT (2012) e 11,17 uT



Luís Fernando Neves

Além de avaliar os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água, o estudo do INEA pretende identificar os maiores impactos do homem sobre o Rio Paraíba do Sul

(2015). No que se refere às concentrações de Mercúrio, no conjunto das amostras não foram detectadas violações do padrão legal. As concentrações de Alumínio registradas foram de 0,17 mg/L (2010) e 0,08 mg/L (2012 e 2015).

O estudo denominado "Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do

Sul" (CEIVAP, 2014) investigou a região do distrito de Floriano, encontrando valores médios em 2011 de: 6,85 mg/L para o parâmetro OD; 15.000 mg/L para Coliformes Termoresistentes; 2 mg/L para DBO e 0,1 mg/l para Fósforo total.

O Fósforo mostrou ser um parâmetro crítico na região, característica que pode ter forte vínculo com o apar-

te de fertilizantes, detergente doméstico e industrial e esgoto *in natura* no corpo hídrico (DIVISION, 2007). Já os níveis de Nitrogênio encontrados no manancial, até o presente momento, não foram preocupantes. Logo, proliferações descontroladas de cianobactérias relacionadas a compostos nitrogenados podem não estar acontecendo.

Segundo INEA (2015), o alumínio na calha do Rio Paraíba do Sul pode estar relacionado à presença de solos álicos com concentrações de alumínio superiores a 50% na região. Outras fontes de alumínio no manancial são o uso de sulfatos de alumínio como agentes floculantes em processos de tratamento de águas (PRIMO, 2006). Desse modo, a taxa elevada desse metal, com todas as médias por estação do ano fora dos limites legais, deve servir de alerta para as autoridades competentes e ser investigada mais a fundo, pois o Alumínio no organismo humano pode causar doenças neurodegenerativas, como o Alzheimer (FREITAS, et al., 2001).

Os valores dos estudos de comparação estão próximos aos encontrados no presente trabalho, o que corrobora, mais uma vez, a afirmação do estado delicado do manancial, possivelmente fruto do aporte excessivo de efluentes de diversas categorias. Nesse contexto, o estudo (CEIVAP, 2014) alerta para a possível piora da região analisada, caso investimentos intensos em saneamento básico e tratamento de efluentes não sejam realizados para reverter o quadro atual e, conseqüentemente, o futuro.

## 5. Conclusão

Entre os parâmetros mais críticos analisados na calha principal do Rio Paraíba do Sul, estão: Coliformes Termotolerantes, com todos os valores (referentes às médias por estações do ano) em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357, caracterizando 98% das amostras da série analisada fora dos padrões legais; o Fósforo, com 80% das amostras da série fora do limite legal, e o Alumínio Dissolvido, com 66,7% das amostras irregulares. No caso do Mercúrio, 13% de todas as amostras estavam fora dos limites da Resolução CONAMA nº 357.

Os estudos pretéritos encontraram valores muito próximos ao deste diagnóstico, comprovando impactos ambientais no trecho do rio, pelo menos, desde 1990. Nesse sentido, desenvolver políticas públicas voltadas ao aperfeiçoamento do sistema de esgotamento sanitário na região poderá melhorar o quadro atual e futuro. Um exemplo seria intensificar esforços no programa Pacto pelo Saneamento do Estado do Rio de Janeiro, promulgado pelo Decreto nº 42.930, em 2011, que objetiva tratar 80% do esgoto até o ano 2018, visando à redução dos impactos negativos decorrentes da prestação ineficiente dos serviços de saneamento no Estado.

Cabe ressaltar ainda que, mesmo com o impacto antrópico que o Paraíba do Sul vem sofrendo por décadas, o rio mostra um relativo grau de resiliência, pois é capaz de suportar tais efeitos, devido ao seu porte, perenidade e sua capacidade de aeração. Contudo, esses atributos naturais do rio não deveriam justificar a diluição de efluentes com tratamento deficiente ou, até mesmo, ausente no manancial. Desse modo, ações voltadas à recuperação da integridade da bacia estudada, como, por exemplo, proteção das nascentes, reflorestamento da vegetação marginal, gerenciamento do solo, conscientização da população envolvida e, principalmente, melhora contínua dos índices de tratamento do esgoto lançado no corpo hídrico, serão imprescindíveis para garantir água em qualidade e quantidade para as atuais e futuras gerações.

## 6. Agradecimentos

À Gerência de Avaliação de Qualidade da Água do Inea (GEAG), pelo fornecimento dos dados de monitoramento qualitativo, base deste estudo.

## Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: informe 2012. Ed. especial. Brasília, 2012. 215 p. Disponível em: <<http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos>>. Acesso em: maio de 2016.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods**: for the examination of water and wastewater. 19th. ed. Washington, D.C.: American Public Health Association, 1995. 1325 p. ISBN: 0875532233.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 9 jan. 1997, p. 470.

\_\_\_\_\_. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial União**, 18 mar. 2005. nº 053, p. 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 04 set. 2015.

COELHO, V. M. B. **Paraíba do Sul**: um rio estratégico. 1. ed. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2012. 336 p. ISBN: 9788577342822.

COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. **Plano de hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul**: diagnóstico dos recursos hídricos, relatório Final, PSR-010-R0. Resende, RJ: Fundação COPPETEC: Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente, 2006. 201 p. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/downloads/PSR-010-R0.pdf>>. Acesso em: julho de 2016.

\_\_\_\_\_. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Resumo**: Relatório Contratual - R-10. Resende, RJ: Fundação COPPETEC: Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente, 2006. 147 p. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/downloads/PSR-RE-012-R1.pdf>>. Acesso em: janeiro de 2017.

COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Resumo**. Relatório Contratual - R-10. Fundação COPPETEC - Laboratório de Hidrologia e Estu-

dos de Meio Ambiente, 147. (2007) Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zzew/mdyy/-edisp/inea0062140.pdf>>. Acesso em: janeiro de 2017.

\_\_\_\_\_. **Plano integrado de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul e Planos de ação de recursos hídricos das bacias afluentes**: relatório de diagnóstico, RP - 06. Resende, RJ: COHIDRO: Consultoria Estudos Projetos, 2014. Tomos I, II e III. Disponível em: <<http://ceivap.org.br/prodcohidro.php>>. Acesso em outubro de 2016.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Rio de Janeiro). **Resolução CERHI-RJ nº 107, de 22 de maio de 2013**. Rio de Janeiro, 2013. 5 p. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/legirj/ResolucoesCERHI/Resolucao-CERHI%20107.pdf>>. Acesso em: julho de 2016.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (BRASIL). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, 16 maio 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>>. Acesso em: 4 set. 2015.

FORMIGA-JOHNSON, R. M. et al. Segurança hídrica do Estado do Rio de Janeiro face à transposição paulista de águas da Bacia Paraíba do Sul: relato de um acordo federativo. **Revista INEANA**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 48 - 69, jul./dez. 2015. ISSN: 2238-2496. Disponível em: <[http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter\\_vpres\\_geiat/documents/document/zzew/mte4/-edisp/inea0118222.pdf](http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_vpres_geiat/documents/document/zzew/mte4/-edisp/inea0118222.pdf)>. Acesso em: fevereiro de 2017.

FREITAS, M. B., BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Caderno Saúde Pública**, Rio de

Janeiro, v. 17, n. 3, p. 651-660, maio/jun. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v17n3/4647.pdf>>. Acesso em: fevereiro de 2017.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (Rio de Janeiro). Superintendência Regional do Médio Paraíba. **Avaliação Ambiental do Rio Paraíba do Sul**: trecho Funil-Santa Cecília. Rio de Janeiro, 2010. 119 p. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/downloads2011/REL%20INEA%20AA%20Funil.pdf>>. Acesso em: maio de 2016.

\_\_\_\_\_. **Avaliação Ambiental do Rio Paraíba do Sul**: trecho Funil-Santa Cecília. Rio de Janeiro, 2012. 109 p. Disponível em: <[http://200.20.53.3:8081/cs/idcplg?IdcService=GET\\_FILE&fIdFile=fFileGUID:3F0E658FDD47E3210E8536409438848E&fldBrowsingMode=contribution](http://200.20.53.3:8081/cs/idcplg?IdcService=GET_FILE&fIdFile=fFileGUID:3F0E658FDD47E3210E8536409438848E&fldBrowsingMode=contribution)>. Acesso em: maio de 2016.

\_\_\_\_\_. **Avaliação Ambiental do Rio Paraíba do Sul**: trecho Funil-Santa Cecília. Rio de Janeiro, 2015. 130 p.

MALM, O. et al. Transport and availability of heavy metals in the Paraíba do Sul-Guandu river system, Rio de Janeiro state, Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 75, n. 2-3, p. 201-209, set. 1988. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0048-9697\(88\)90033-2](https://doi.org/10.1016/0048-9697(88)90033-2)>. Acesso em: janeiro de 2017.

MINNESOTA POLLUTION CONTROL AGENCY. Regional Division. **Phosphorus**: sources, forms, impact on water quality - a general overview. Minnesota: MPCA, 2007. 2 p. (wq iw3-12). Disponível em: <<https://www.pca.state.mn.us/sites/default/files/wq-iw3-12.pdf>>. Acesso em: outubro de 2016.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Governanças dos Recursos Hídricos**. Paris: OECD Publishing, 2015. 304 p. ISBN 978-92-64-23816-9. Disponível em: <[\[cias/20150902\\\_OCDE-GovernancadosRecursosHidricosnoBrasil.pdf\]\(http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20150902\_OCDE-GovernancadosRecursosHidricosnoBrasil.pdf\)>. Acesso em: 04 set. 2015.](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noti-</a></p>
</div>
<div data-bbox=)

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto n.º 42.930, de 18 de abril de 2011. Cria o Programa Estadual Pacto pelo Saneamento. **Diário Oficial**, Poder Executivo, Rio de Janeiro, 19 abr. 2011. Disponível em: <[http://www.silep.planejamento.rj.gov.br/decreto\\_42\\_930\\_-\\_18042011\\_-\\_cr.htm](http://www.silep.planejamento.rj.gov.br/decreto_42_930_-_18042011_-_cr.htm)>. Acesso em: março de 2017.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado do Ambiente. **Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro**: R9 - metas e estratégias de implementação dos cenários propostos (versão final). Rio de Janeiro: Fundação COPPETEC: Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente, 2014. 258 p. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zzew/mdyy/-edisp/inea0062140.pdf>>. Acesso em: janeiro de 2017.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Texto, 2016. 631 p.

VOLLERNWEIDER, R. A. **Scientific Fundamentals of the Eutrophication of Lakes and Flowing Waters with Particular Reference to Nitrogen and Phosphorus as Factors in Eutrophication**. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development, 1968. 192 p.

## Sobre os autores

### Luís Fernando Faulstich Neves

Mestre pelo Programa de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e pós-graduado em Gestão Ambiental pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE-UFRJ). Trabalhou na Gerência de Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos do INEA de 2010 a 2018. Atualmente é analista técnico do Consórcio Intermunicipal Lagos São João, entidade delegatária do CBH-LSJ.

### Cristina Aparecida Gomes Nassar

Cientista biológica formada pela Universidade Santa Úrsula (USU), com mestrado e doutorado em Ecologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Atualmente, coordena o Programa de Mestrado em Engenharia Ambiental da Escola Politécnica/Escola de Química da UFRJ.

### Luiz Constantino da Silva Junior

Mestre em Zoologia pelo Museu Nacional (MNRJ/UFRJ). Cientista biológico, especializado em Biologia Marinha, pela UFRJ. Atualmente, é biólogo do INEA, lotado na SUBSEGH/SEA. Participou da elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI-RJ) e do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé/Ostras. Atualmente, participa da elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Baía da Ilha Grande.



## As misteriosas inscrições da Pedra da Gávea

› Alceo Magnanini

› Qual é o único objetivo deste escrito?

Fazer uma análise imparcial das chamadas inscrições existentes na Pedra da Gávea do Parque Nacional da Tijuca, no município do Rio de Janeiro.

Só foram usados os nomes populares dos locais para facilitar a orientação dos leitores, porém não se cuidou de nenhuma das especulações sobre os sítios popularmente chamados de "Portal" (na porção Oeste do alto da montanha) ou "Olho Direito", "Olho Esquerdo", "Orelha Direita", "Orelha Esquerda", "Nariz", "Boca", "Barba" (na chamada "Cabeça do Imperador").

Não incluso no âmbito desta análise está, ainda, tudo que tem sido polemizado sobre grandes pedras que lembrariam "coroas e ornamentos" ou sobre uma pedra isolada que pareceria uma "pequena pirâmide" (no topo da "Cabeça") ou sobre marcas que lembrariam "sinalizações rupes-tres" na plataforma rochosa do extremo Sudeste da Pedra.

Também não se cogitou apreciar as polêmicas interpretações ideológicas, filosóficas, religiosas, linguísticas e políticas sobre "Esfinges", "Tumbas", "Tesouros", "Gigante Deitado", "Gigante Adormecido da Guanabara", "Visitantes de Civilizações Antigas", "Alienígenas Extraterrestres" etc.

O único objetivo deste trabalho é destacar a presença insólita daquelas bem delineadas fendas conhecidas popularmente como inscrições (e que só aparecem na chamada "Fonte Direita da Cabeça do Imperador" da Pedra da Gávea) e contribuir para sua análise crítica. Apenas e somente.

Palavras-chave

Inscrições. Parque Nacional da Tijuca. Pedra da Gávea.

## 1. Quais os fatos inegáveis sobre a Pedra da Gávea?

É essencial lembrar os dados sobre os quais não pairam dúvidas. Vamos a eles:

**Geograficamente**, a Pedra da Gávea se localiza dentro do Parque Nacional da Tijuca, no município do Rio de Janeiro, Estado do Rio de Janeiro, Região Sudeste do Brasil, integrando a extremidade sul do conjunto rochoso litorâneo chamado Maciço da Tijuca, que aparenta estar isolado do Maciço da Pedra Branca, e do Maciço Gericinó-Mendanha, devido à existência de planícies sedimentares circundantes.

**Panoramicamente**, a Pedra da Gávea é a mais imponente montanha rochosa que se ergue junto ao Oceano Atlântico, sendo cerca de duas vezes mais alta e cinco vezes mais volumosa do que o Pão de Açúcar.

**Etimologicamente**, o nome Gávea é atribuído aos antigos navegantes lusitanos aqui chegados que, já em 1502, assim a teriam apelidado ao notar que o rochedo fornecia um mirante similar às gáveas dos mastros das naus, permitindo uma visão desembaraçada para observação e vigilância do oceano até o horizonte. E, com efeito, os 842 metros de altitude da Pedra da Gávea, tão perto do oceano, permitem um campo visual muito mais amplo do que o dos 396 metros do Pão de Açúcar na Urca, ou o dos 539 metros do Irmão maior dos Dois Irmãos no Leblon. Embora cerca de dez cumes dos Maciços da Tijuca e da Pedra Branca tenham altitude maior que o da Pedra da Gávea, eles estão mais distantes da costa e não permitem visual tão abrangente sobre o oceano.



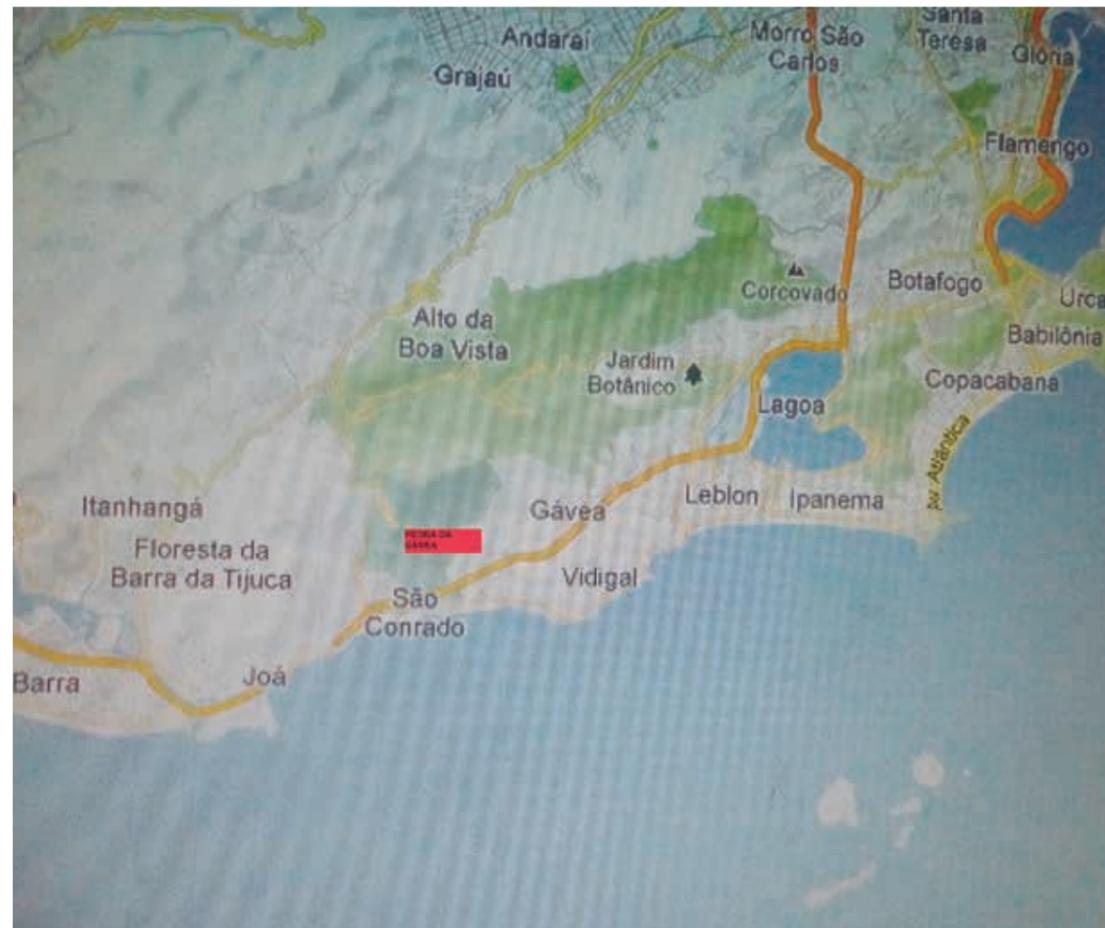
O Alto da Pedra da Gávea, mirante amplo do litoral

**Geomorfologicamente**, a Pedra da Gávea é uma gigantesca montanha do Maciço da Tijuca que ficou como um dos blocos remanescentes da antiquíssima borda meridional do Planalto Atlântico brasileiro, formada quando ocorreu a separação continental entre a América do Sul e a África, originando o Oceano Atlântico.

**Geologicamente**, a Pedra da Gávea tem sido classificada com predomínio de rochas gnáissicas (de origem metamórfica) em toda a sua gigantesca base, contendo eventualmente diques de basalto e diabásio. Na parte superior da montanha, dando-lhe um inesperado e inédito perfil tabular, existe um enorme bloco rochoso, granítico (de origem magmática), conforme informam os geólogos.

**Patrimonialmente**, é um bem de uso comum do povo, pois, desde 1967, está sob jurisdição e administração federal como parte do Parque Nacional da Tijuca.

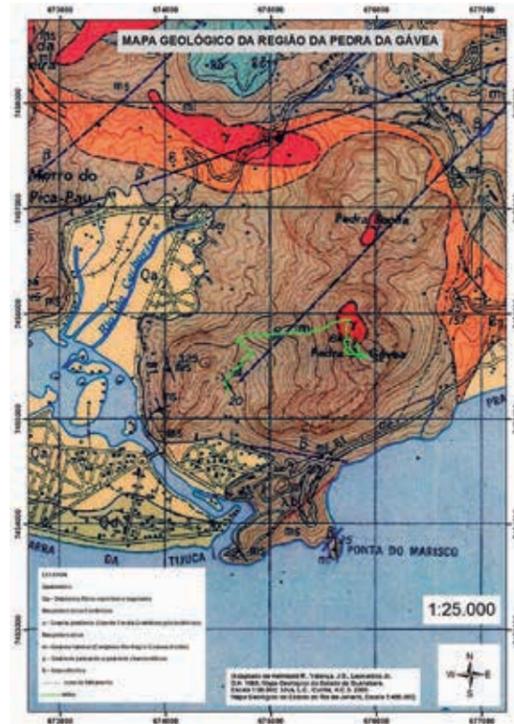
**Visualmente**, em toda a superfície rochosa da Pedra da Gávea, aparecem longos sulcos verticalizados, extensas caneluras de cima a baixo, grandes fendas e enormes cavidades. É essencial que se entenda claramente que isso foi causado pelo intemperismo natural, ou seja, pela ação dos agentes do clima local, desde tempos imemoriais.



Localização da Pedra da Gávea em relação à Cidade do Rio de Janeiro



O gigantesco bloco rochoso à beira do oceano



A geologia da Pedra da Gávea



Sulcos, caneluras e fendas estão presentes por todas as rochas expostas

**Objetivamente**, este trabalho de análise se restringe apenas ao imenso bloco rochoso que aparece superposto no topo da gigantesca montanha da Gávea e, mais especificamente, na sua parte voltada para o Norte, comumente chamada “Cabeça do Imperador” (em alusão à sua semelhança com o histórico rosto barbado do imperador D. Pedro II).



Em amarelo, os locais exclusivos das inscrições

Também indiscutível é a existência (apenas em pequena parte da “Cabeça do Imperador”) de fendas verticais curtas, nítidas, dispostas lado a lado ao longo de uma comprida faixa quase que horizontal. Tais fendas, popularmente chamadas de “inscrições”, são totalmente distintas dos longos sulcos verticais, das extensas caneluras de cima a baixo, das grandes fendas e das enormes cavidades que aparecem em toda a montanha.



As inscrições estão situadas apenas na fonte direita da “Cabeça do Imperador”

No imenso paredão rochoso vertical do lado direito da chamada “Cabeça do Imperador”, pode-se ver, a olho nu, com binóculos ou através de fotografias, que existem seis trechos distintos.

**Trecho 1** – “Topete da Cabeça do Imperador”: com camada de solo raso e cobertura vegetal remanescente de incêndios eventuais sobre rocha granítica, tem no topo grandes pedras isoladas ou agrupadas. Devido à sua forma global convexa, tem alturas variáveis, entre o topo e a parte de paredão muito íngreme, vertical mesmo. Está desprovido da vegetação no cimo.



O paredão granítico da “Cabeça do Imperador”, com sua face leste, mostrando as seis partes da sua fonte direita, que finalizam junto à orelha direita com sua gruta

**Trecho 2** – “Fonte da Cabeça do Imperador” (parte superior): aparece como paredão vertical, granítico, entre o limite inferior do “Topete” e o extremo superior da fileira das inscrições. Tem cerca de 11 m de altura.

**Trecho 3** – “Inscrições”: com fendas dispostas como em letreiro horizontal ou quase horizontal, com quase dois metros de altura e mais de 20 m de extensão, no mesmo paredão vertical, granítico. São mais de 26 fendas nítidas, fundas e dispostas verticalmente lado a lado, com alturas entre 1,5 m e 1,7 m.

**Trecho 4** – Paredão granítico, com cerca de 1,3 m de altura, granítico, sem fendas, que se alonga como que separando o “letreiro de inscrições” daquela faixa de fendas descritas mais adiante no quinto trecho. Isso não tem sido mencionado nos noticiários sobre as “inscrições”.

**Trecho 5** – Corresponde às longas fendas, verticais, também em fileira, mas não tão nítidas nem escavadas como as descritas no terceiro trecho e dele separadas pelo quarto trecho. Essa segunda fileira, totalmente paralela à primeira, está contida em faixa com quase 1,5 m de altura e com mais de 20 m de extensão no mesmo paredão vertical granítico. Ali remanescem mais de 26 fendas, enfileiradas lado a lado, como que acompanhando as fendas da pri-

meira faixa. A única menção sobre sua existência, embora não tão evidente, está no trecho do relatório da Comissão do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro (IHGB), onde se lê:

*“e uma grande irregularidade de profundidade se observa na gravura, assim como no largo veio da base, que se poderia conjecturar como um traço, para melhor se descobrirem as letras, o que é interrompido visivelmente e dá formas não equivocadas de um veio mais profundo.”*

**Trecho 6** – Ainda na “Fonte da Cabeça do Imperador”, mas na sua parte inferior, continua o mesmo paredão granítico vertical, desde o extremo inferior da segunda fileira de inscrições, pelo penedo abaixo, ao longo de cerca de 18 m, até chegar à borda da grande reentrância da “Orelha direita”.

Torna-se imprescindível dizer que todas as medidas acima mencionadas são estimativas e foram obtidas através de exame fotográfico, uma vez que estão acima do segundo terço do imenso paredão rochoso vertical de difícil acesso, o que exige não apenas o uso de equipamentos específicos, como experiência, técnicas e procedimentos altamente especializados para a escalada.

Mas, o que teria causado essas inscrições, tão visíveis no terceiro trecho e menos nítidas no quinto trecho? As causas têm sido imaginadas, assim como têm sido propostas explicações teóricas, incompletas e insatisfatórias, baseadas muito mais no chamado “achismo” (pleno de crenças e preconceitos pessoais), do que na análise metodológica dos fatos.

Ora, a análise, se imparcial, exige um comportamento crítico despojado de enfoques subjetivos, ideológicos, sentimentais, personalistas ou corporativos. Isso se aplica, em especial, nesta análise das inscrições da Pedra da Gávea, onde não há espaço nem tempo a perder com aqueles inconsequentes “todo mundo sabe”, “acho”, “acredito”, “creio” (tão comuns atualmente).

Além disso, há outro pré-requisito essencial que deve ser exigido de quem quiser se manifestar sobre aquelas inscrições: que as tenha visto pessoalmente ou as tenha observado detidamente em boas imagens fotográficas.

Embora não se inclua no objetivo desta análise, pode-se reafirmar que, abaixo do paredão vertical da parte leste da “Cabeça do Imperador”, no trecho apelidado de “Orelha Direita” (melhor seria dizer “Ouvido Direito”), existe uma considerável reentrância no paredão, com pouca altura e menor profundidade, que propicia o único abrigo natural disponível contra as chuvas na “Cabeça do Imperador”.

E, também, apenas a título de curiosidade, e continuando a usar topônimos antropomórficos, a “Orelha direita”, o “Olho Direito”, o “Olho Esquerdo” e o trecho onde se situaria a “Orelha Esquerda” estão todos situados num mesmo nível altitudinal, como que contidos numa camada de rocha diferente daquela granítica do restante. Com efeito, ela se mostra claramente mais erodida que o resto da “Cabeça”.

Historicamente, entre 1818 e 1821 (sem que se possa precisar a data exata), a primeira notícia escrita sobre inscrições na Pedra da Gávea deve ter sido de autoria do Padre Mestre Frei Custodio, professor de grego e versado em línguas antigas, em carta enviada ao governo real de Dom João VI, certificando-o da descoberta das inscrições e da possível prova de que outros navegantes tivessem precedido os navegantes lusitanos históricos.

Em 1839, o assunto foi tratado no expediente da 8ª sessão extraordinária do Instituto Histórico e Geográfico do Brasil (IHGB), editada na Revista do IHGB, 3ª Edição, Tomo I, N° 1.

Ainda em 1839, na mesma Revista do IHGB, 3ª Edição, Tomo I e N°2, Relatório sobre Inscrição da Gávea, mandado examinar pelo Instituto – por Manuel d’Araujo Porto Alegre e Januario da Cunha Barboza, membros da Comissão –, nas páginas 70 a 80, lê-se o texto do relatório.

Pode-se supor que, oficialmente, nada foi tentado e, em seguida, pairou durante quase um século um vazio histórico sobre aquelas polêmicas inscrições.

O assunto ressurgiu somente em 1930, com a edição da Editora Nacional do monumental livro intitulado “Inscrições e tradições da América Pré-Histórica” (Especialmente do Brasil), de autoria de Bernardo de Azevedo da Silva Ramos, no qual há um capítulo inteiro (Capítulo XIV) sobre as “inscrições da Pedra da Gávea”. A obra está disponível para consultas no Setor de Iconografias da Biblioteca Nacional no Rio de Janeiro.

**Além disso, há outro pré-requisito essencial que deve ser exigido de quem quiser se manifestar sobre aquelas inscrições: que as tenha visto pessoalmente ou as tenha observado detidamente em boas imagens fotográficas**

Após 1930, apareceram numerosas notícias e comentários, à guisa de reportagens em jornais, revistas ou divulgadas através da internet, referentes à Pedra da Gávea, mas que não atendem ao objetivo exclusivo desta análise, como:

- Em 1931: Escalada e escavações de grupo de excursionistas procurando, sem sucesso, descobrir tumbas, túmulos etc.
- Em 1933: Expedição com 85 pessoas e participação do professor Alfredo dos Anjos, que ministrou uma palestra no local sobre a “Cabeça do Imperador” e suas origens.
- Em 1937: Nova expedição, com grupo ainda maior, que explorou a face e os olhos até o cimo, sem divulgação posterior dos resultados.
- Em 1946: Escalada de integrantes do Centro de Excursionismo Brasileiro, que conquistaram a “Orelha Direita”, segundo um artigo escrito e divulgado em 1956.
- Em 1972: Escalada do “Paredão do Escaravelho” pela denominada Equipe Neblina na face leste, passando pelas “inscrições” que estavam 30 m abaixo do topo, anotando-se que ainda estavam pouco erodidas.

- Em 1977: publicação do livro de Eduardo B. Chaves, “Mensagens dos Deuses”, pela Ed. Bertrand/Lisboa, com várias referências e digressões sobre assuntos não pertinentes ao objetivo desta análise. O mesmo se pode dizer com respeito ao livro de Maurice Cottrell “Tutankhamon”, pela Ed. Madras, e ao livro de Zaccharias Sitchin “Os Reinos Perdidos”, Ed. Nova Cultural/Best Seller. Quanto a um trabalho do jornalista Carlos Lacerda, que teria o título de “As inscrições da Pedra da Gávea”, não se tem notícia de publicação, editora ou datação, mas é lícito supor que tivesse feito referências e digressões sobre assuntos outros que não o objetivado pela presente análise. Tampouco se conseguiu saber mais do que a própria notícia sobre um pedido de tradução encomendado ao professor Cyrus Gordon pelo jornalista Erich Von Daniken, que teria descoberto e fotografado novas inscrições ao redor da Pedra da Gávea.
- Já em 2000, noticiou-se que houve uma expedição de cientistas da Universidade Federal do Rio de Janeiro e da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e repórteres do jornal “O Globo”, guiados pelo montanhista Sergio Marcondes, que levou equipamentos de GPR (radar de penetração no solo). Acabaram concluindo que nada há de oco na Pedra da Gávea, o que, aliás, é assunto inteiramente alheio ao objetivo desta análise.

Desde o século XIX até agora, século XXI, pode-se estimar que a Pedra da Gávea tenha sido escalada milhares de vezes por pessoas que, isoladamente ou em grupos, viram de perto a “Cabeça do Imperador”. Houve até uma menção veiculada na internet de que um só esportista já acumulava mais de 400 escaladas até o alto (o autor desse ensaio só tem cinco).

Na maioria, senão totalidade, dessas escaladas, deve ter sido observado o conjunto de inscrições situado exclusivamente na fonte direita da “Cabeça do Imperador” e muitas pessoas podem ter se perguntado o que ou quem as fez.

## 2. Vamos analisar com foco diferente

Usualmente, observa-se o **efeito** e depois se procura qual o seu **causador**. Nesta análise, será tentado o oposto: dado um **causador**, procuraremos comentar qual será o **efeito**.

## 3. Onde o causador pode ser o intemperismo

A teoria do causador dito natural pode ser expressa em uma única frase: tudo é devido à ação conjunta das chuvas, ventos, variações da temperatura e da umidade do clima local, ao longo de tempos imemoriais.

Assim, todas as marcas, sejam fendas, sulcos, caneluras ou ditas inscrições que existem nas rochas do alto da Pedra da Gávea têm causas naturais.

Essa é a teoria defendida hoje pela ciência chamada “oficial”, divulgada em pronunciamentos especializados nos moldes do *magister dixit*, proclamando o *status scientiae* (ou “state-of-the-art”, na língua inglesa). Entretanto, lembremos que todo e qualquer conhecimento científico está sempre sujeito à confirmação rigorosa. Sem esta, não basta o pensamento mais sábio que impere na época.

Um exemplo prático aconteceu em 1982 com o próprio autor desta análise quando ouviu, antes mesmo da abertura do 1º Congresso da Sociedade Brasileira de Arqueologia, realizado no Rio, o aconselhamento de tomar cuidado (“olhe lá, você tem certeza de que não tem causas naturais?”) ao explicar que iria dar a notícia do descobrimento de oficinas líticas indígenas pré-históricas na Ilha Grande. Ao final do dia, como suplemento, permitiram que o trabalho fosse apresentado exibindo fotos irrefutáveis. Depois disso, nenhum dos geólogos manteve a opinião que os sulcos tinham sido causados por causas naturais e, por fim, a notícia foi publicada no Arquivo do Museu de História Natural, vol. VI/VII, Santa Catarina.



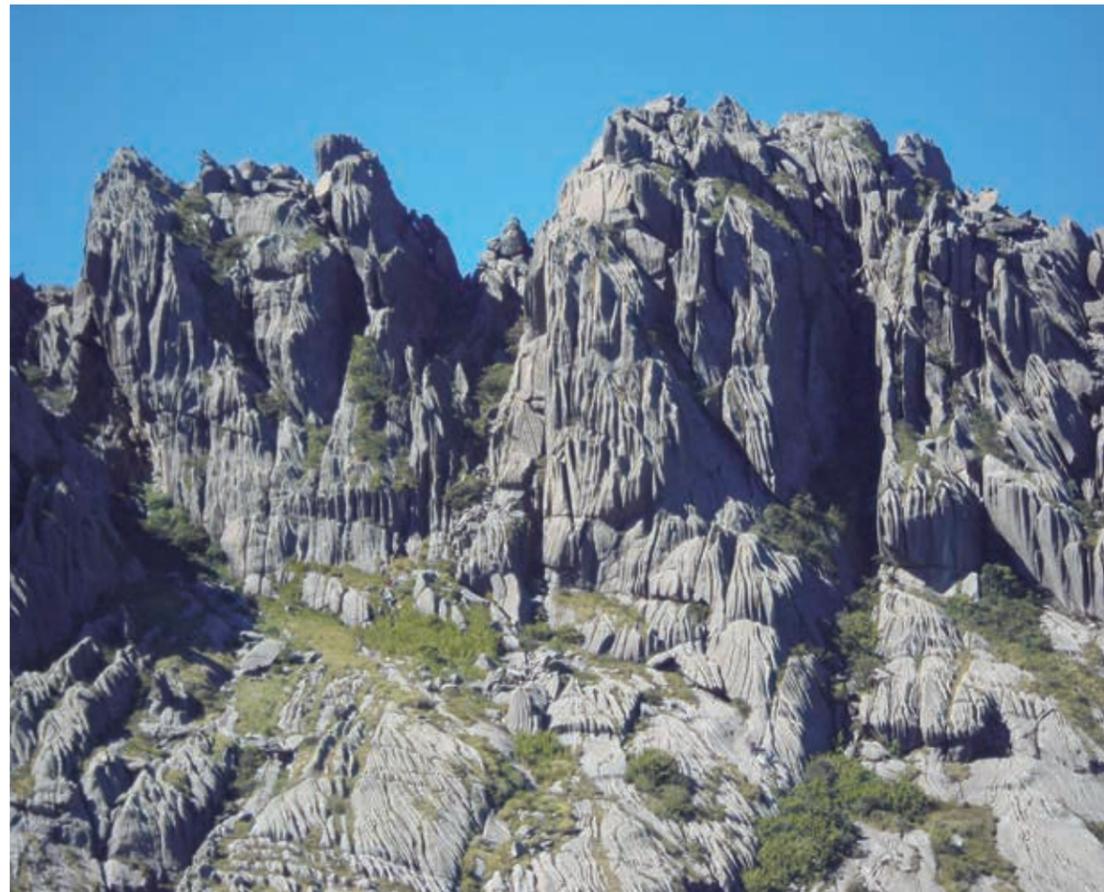
Algumas das caneluras das oficinas litológicas indígenas da Ilha Grande na Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul

É bem verdade que, desde tempos imemoriais, o intemperismo vem esculpindo formas curiosas nas superfícies das rochas pelo planeta afora. Obviamente, tais formas dependem das características não só do agente erosivo, como do tempo decorrido e, especialmente, do material submetido à erosão. Isso explica a grande diversidade dos tipos encontrados em inúmeros lugares. Por exemplo, um dos tipos mais comuns e mundialmente reconhecido é o dos sulcos em caneluras que formam longas depressões verticais, de cima a baixo, nos paredões rochosos e matações das montanhas expostas às chuvas que têm alto teor de ácido nítrico produzido pelas descargas elétricas atmosféricas, ou com alto teor de ácido carbônico e ácido sulfúrico devidos à poluição produzida pela atividade humana (fábricas, veículos, incêndios etc.).

E não há como negar tais ocorrências, principalmente nas superfícies inclinadas de rochas básicas, cujo exemplo típico se encontra na área do Maciço do Itatiaia ou comumente nas superfícies de rochas gnáissicas como no Pão de Açúcar, Corcovado, Pico da Tijuca, Dois Irmãos, e na própria Pedra da Gávea. Ninguém pode discordar que resultam da ação do intemperismo desde tempos imemoriais.



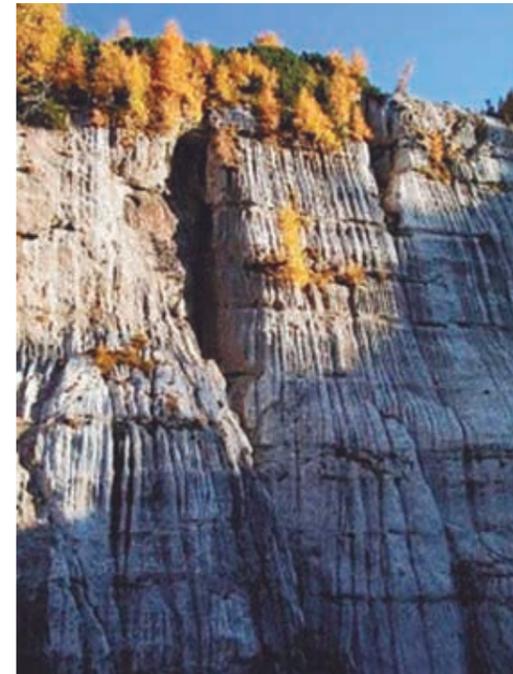
Morro Dois Irmãos, Rio de Janeiro. Longas fendas causadas pelo intemperismo, também no costão gnáissico



No Pico do Itatiaiuçu ou das Agulhas Negras, no topo do Parque Nacional do Itatiaia, eis as caneluras cavadas pelo intemperismo nas rochas alcalinas

Outro exemplo indubitável é o dos profundos sulcamentos verticais, como aquele que se vê esculpido na camada exposta de rochas mais friáveis que estejam embutidas dentro de uma rocha mais resistente. A explicação do que as causam é óbvia com a simples observação.

Também cabem, no rol das causas naturais erosivas, todas aquelas curiosas formações ou deformações de rochas areníticas, calcárias e sedimentares.



Longas caneluras e fendas cavadas pelas chuvas em rochas calcárias, na França; assim, também aparecem por toda a Terra



No Parque Estadual de Vila Velha, no Paraná, há exemplos clássicos de modelados rochosos, causados pelos agentes erosivos do intemperismo

Realmente, em toda a Pedra da Gávea, como em todos os demais costões e picos rochosos, existem longos sulcos, fendas e marcas em todas as superfícies mais ou menos verticais devido exclusivamente à ação erosiva exercida durante dezenas, centenas, milhares, milhões de anos.



As longuíssimas caneluras produzidas pela erosão são muito comuns em toda a Pedra da Gávea, inclusive passando sobre as chamadas inscrições

#### 4. Onde o intemperismo não pode ter sido o causador

É nosso objetivo analisar apenas o que causou aquele nítido conjunto de curtas e fundas fendas apelidadas de "Inscrições" na chamada "Cabeça do Imperador" da Pedra da Gávea, e que só existem no que seria a "Fonte direita da Cabeça do Imperador".

Elas estão dispostas em fileira horizontal (ou quase) ao longo de mais de 18 m de extensão, profundas e curtas, com alturas acima de 1,6 m.

Na teoria de causas naturais, elas somente poderiam ser explicadas se a erosão do intemperismo encontrasse subitamente outro tipo de rocha mais frágil, presente apenas no trecho das inscrições e, depois, subitamente encontrasse de novo, mais abaixo, a rocha que estava acima da faixa.

Isso equivaleria a afirmar que a rocha onde está a fileira das inscrições é diferente da rocha imediatamente acima e da rocha imediatamente abaixo. No entanto, tanto quanto se sabe ou quanto se pode observar, todo o imenso paredão vertical da face esquerda da "Cabeça do Imperador", desde o seu topo até o nível superior da reentrância da "Orelha Direita", é constituído pelo mesmo e ininterrupto bloco granítico.



As inscrições da Pedra da Gávea e sua "tradução", conforme a interpretação elaborada por Bernardo da Silva Ramos, divulgada em 1930

Apenas e só na altura da "Orelha" e daí para baixo é que se poderia admitir falha, fratura ou intrusão de rochas diferentes.

A teoria de causas outras que não as ditas "naturais" pode ser resumida em uma única frase: aquelas inscrições não podem ter sido produzidas pela ação conjunta das chuvas, ventos, variações da temperatura e da umidade do clima local.

Na verdade, as inscrições diferem totalmente dos longuíssimos sulcos, das compridas caneluras, das extensas marcas que estão presentes em todos os paredões da gigantesca Pedra da Gávea, essas sim inquestionavelmente resultantes da omnipresente ação dos agentes do intemperismo.

Já as "inscrições" são **fendas curtas, nítidas, abruptas e exclusivas** de duas áreas (e não de uma, como se tem falado) quase horizontais que estão mais nítidas na parte referente à fonte direita da chamada "Cabeça do Imperador".

Elas não aparecem em toda a Pedra da Gávea (nem em toda a "Cabeça do Imperador"), mas lá estão restritas à "fonte direita da Cabeça do Imperador". Só ali ocorrem e não existe repetição de semelhantes modelos em todo o Brasil.

Conseqüentemente, se as inscrições não podem ser explicadas pela ação do **clima** sobre a **rocha** ao longo dos tempos, então só resta a sua explicação pela ação de **seres vivos**, agindo em um **período de tempo definido**.

Mas quais seres vivos as poderiam ter feito? A pergunta é pertinente, uma vez que é fato comprovado que líquens, por exemplo, desbastam rochas, que ouriços-do-mar perfuram pedras e que os ácidos húmicos, originados pela vida-morte de vegetais e animais, podem solubilizar e dissolver minerais, inclusive a própria sílica.

Entretanto, para o caso específico das inscrições que se analisa, certamente a nenhum ser vivo se po-

deria atribuir a sua autoria, com uma única exceção admissível no estado atual dos nossos conhecimentos: a dos primatas hominídeos. Continuando na linha de raciocínio por exclusão, se dentre os hominídeos mais evoluídos, os *Homo neanderthalensis* não poderiam ter tido a autoria das inscrições, restam apenas os *Homo sapiens* (a nossa espécie), naturalmente em sua forma mais recente de *Homo sapiens sapiens*. Nesse caso, caberia ainda indagar: se mãos humanas foram as responsáveis pelas inscrições, essas mãos pertenceriam a qual povo ou raça?

Nesse ponto, o autor desta análise só pode se comportar do modo mais agnóstico possível e declarar honesta e claramente: "Eu não sei, e nem você sabe."

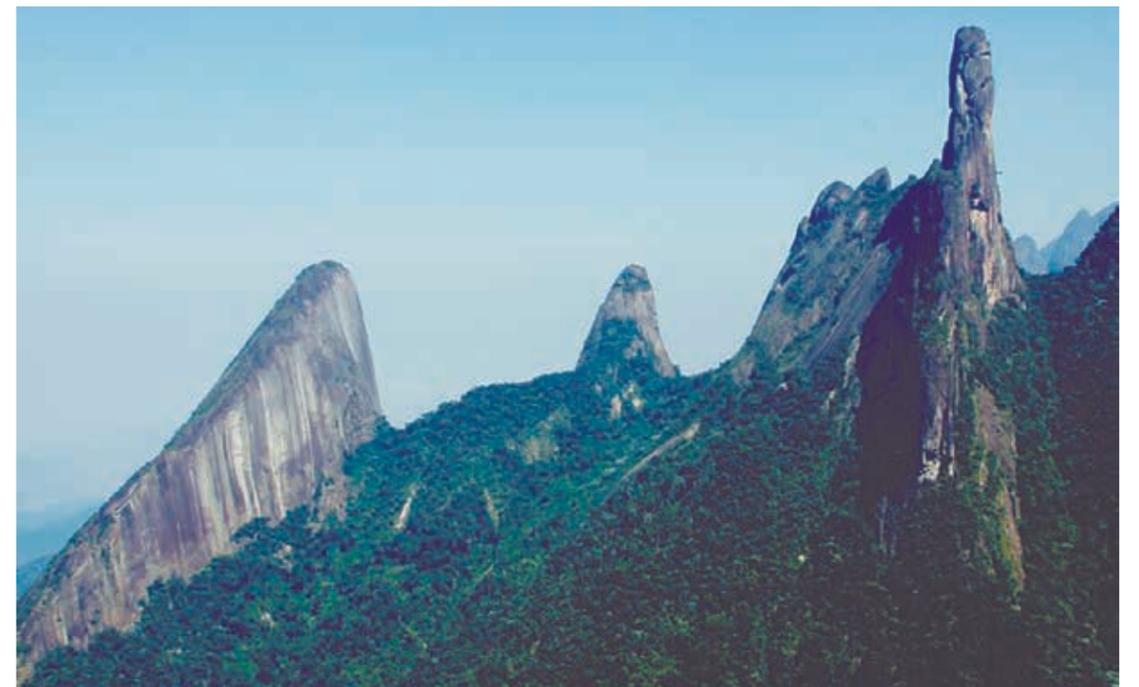
Na verdade, até 2013, apenas uma pessoa trabalhou conscientemente visando encontrar uma resposta e teve o destemor de publicar o resultado que encontrou, sem receio de críticas contraditórias. Foi o já citado Bernardo de Azevedo da Silva Ramos em seu livro "Inscrições e tradições da América Pré-Histórica" (especialmente do Brasil), onde todo o capítulo XIV foi dedicado à sua decifração das inscrições da Pedra da Gávea.

Bernardo da Silva Ramos concluiu que as inscrições LAAB HTEJ BAR RIZDAB NAISINEOF RUZT seriam traduzidas por TYRO PHENICIA BADEZIR PRIMOGENITO de JETHBAAL, justificando-as em seu mencionado livro.

### 5. Considerações finais

Sinteticamente, ao concluir essa análise metódica, podemos resumir:

- Em todos os paredões rochosos, gnáissicos ou graníticos, verticais ou muito inclinados da Pedra da Gávea, existem marcas que são, inquestionavelmente, devidas aos agentes erosivos ativos desde tempos imemoriais e que se alongam por todas as superfícies expostas. Tais marcas também aparecem em todos os demais paredões rochosos do Estado do Rio de Janeiro, de outros estados, para não dizer do Brasil todo.
- Entretanto, além dessas onipresentes marcas naturais, **somente** no bloco granítico da "Cabeça do Imperador" e restritas **apenas** ao seu terço superior, muitos metros abaixo do topo e muitos metros acima do que seria o "Ouvido Direito", existe um conjunto de fendas enfileiradas em níti-



Por que não existem inscrições iguais às da Pedra da Gávea nos restantes penedos cariocas ou fluminenses ou brasileiros? Em todos eles, como nesta foto da Serra dos Órgãos, são claramente vistas as longas caneluras e fendas devidas, ao intemperismo

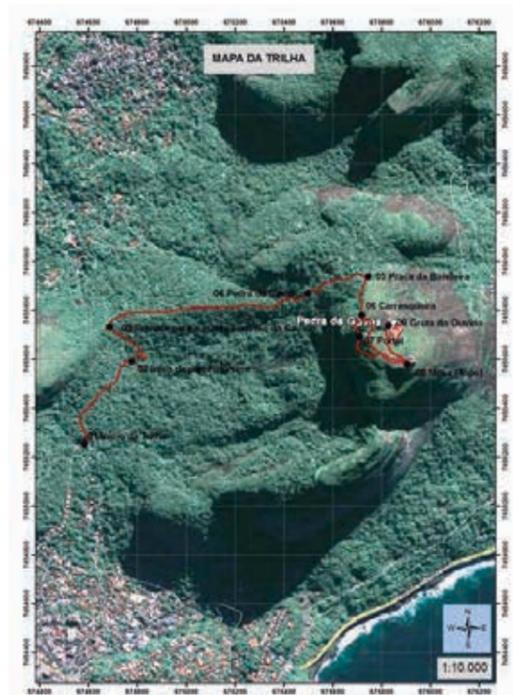
da faixa horizontal (ou quase), dispostas como em um letreiro, contendo mais de 25 fendas verticais bem delimitadas, que não aparecem em nenhum outro paredão rochoso do Estado do Rio de Janeiro ou do Brasil. Atribuí-las simplesmente também à ação do intemperismo não é suficiente para explicar satisfatoriamente o "somente" nem "aquele" apenas (destacados no início do parágrafo).

- Só quem as observou direta, pessoal e detidamente, e as estudou criteriosamente sob a luz de sólidos conhecimentos de história antiga e de idiomas já extintos é que deveria tecer comentários ou emitir considerações sobre quem as causou. Fora disso, tudo é mera opinião, colocada individual ou coletivamente, e que deve ser respeitada, mas não aceita como definitiva.
- O autor da presente análise lá esteve cinco vezes, inclusive tendo pernoitado duas vezes na reentrância da "Orelha Direita", e tem firme convicção de que as chamadas inscrições não poderiam ter sido causadas pelo intemperismo ao qual, aliás, elas próprias também estão submetidas. Entretanto, nada pode declarar sobre quem as causou e para que propósito, uma vez que não possui o indispensável conhecimento da história e dos idiomas da antiguidade requeridos para isso.
- Até hoje, só houve uma única tentativa de decifração do que poderiam significar aquelas inscrições. Foi ela publicada por Bernardo da Silva Ramos (op. citada) com base nos seus conhecimentos de História Antiga e de idiomas orientais.
- É óbvio que o leitor tem livre arbítrio para exercer o seu direito pessoal de concordar ou não com a presente análise ou até mesmo de preferir outras versões baseadas na sua fé, crença ou conhecimento. Afinal, a sabedoria popular mundial já tinha estabelecido, muito antes do descobrimento do Brasil, que cada cabeça, cada sentença.

Por que ainda não se resolveu a polêmica questão daquelas inscrições? Neste século XXI, não mais se justificam lacunas na explicação dos "mistérios" que ainda abundavam no tempo do reinado de D. João VI. Atualmente contamos com cientistas especializados em todos os assuntos pertinentes requeridos e dispomos de recursos tecnológicos de última geração, sequer

imaginados nos séculos anteriores. Entretanto, aquelas inscrições na "Cabeça do Imperador" da Pedra da Gávea permanecem como um desafio à espera de estudo conclusivo para estabelecer o que significam. E há que insistir: isso só seria possível com a formação de uma equipe bem capacitada em arqueologia histórica e pré-histórica, em idiomas e línguas extintas, em geologia e geomorfologia e em práticas de montanhismo. Tal equipe teria que agir metodologicamente, totalmente isenta de preconceitos ou de ideologias subjetivas, para chegar a conclusões definitivas seguindo princípios de unanimidade e de responsabilidade. Afinal de contas, trata-se de um assunto que envolve um precioso patrimônio da humanidade.

Entretanto, devemos todos concordar num ponto muito importante: embora a Pedra da Gávea esteja teoricamente protegida por ser parte integrante do Parque Nacional da Tijuca, infelizmente ainda nela acontecem incêndios, propositais ou não, que dizimam plantas e animais e acentuam os processos erosivos. E também ocorrem ações poluidoras de visitantes nas trilhas, nas nascentes e nos regatos, como descartes de papéis, plásticos, comidas e recipientes de bebidas, com colheita de plantas e de animais. Tudo agravado devido ao excesso do número de visitas.



A Pedra da Gávea é um inestimável Patrimônio da Humanidade, que merece ser preservado por todos

É muito alto o prejuízo ambiental e, no final das contas, para os próprios visitantes. Todos nós, usuários ou autoridades, precisamos trabalhar conjuntamente para evitar danos irreparáveis à herança que devemos deixar para nossos descendentes.

### Referências bibliográficas

ARQUIVOS DO MUSEU DE HISTORIA NATURAL. Belo Horizonte: O Museu, v. 6-7, 1984. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/mhnb/wp-content/themes/mhnb/docs/revista-arquivos/vol06-07/Vol06-07.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

RAMOS, B. A. S. As inscrições do Morro da Gávea. In: \_\_\_\_\_. **Inscrições e tradições da América pré-histórica**: especialmente do Brasil. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1930-1939. Disponível em: <<https://digital.bbm.usp.br/handle/bbm/7234>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

REVISTA DO INSTITUTO HISTÓRICO E GEOGRÁFICO BRASILEIRO. 3. ed. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, t. 1, n. 1, 1908.

\_\_\_\_\_. 3. ed. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, t. 1, n. 2, 1908.

## Sobre o autor

### Alceo Magnani

Engenheiro agrônomo formado pela primeira turma da Escola Nacional de Agronomia, atual Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), é especialista em Ecologia e Conservação da natureza. Atualmente, é assessor da Diretoria de Biodiversidade, Áreas Protegidas e Ecossistemas (DIBAPE) do INEA. Ocupou, entre outros cargos, a direção do Parque Nacional da Tijuca, no Rio de Janeiro, e a presidência da Fundação Brasileira de Conservação da Natureza.