

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE



INSTITUTO DE BIOLOGIA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIOLOGIA MARINHA E AMBIENTES
COSTEIROS**

**MARCADORES ANTROPOGÊNICOS EM COLUNA SEDIMENTAR DE
MANGUEZAL SOB INFLUÊNCIA DE UM LIXÃO**

Fernando Neves Pinto

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Doutor em Biologia Marinha.

Orientador: Prof.(a) Dr.(a) Mirian Araujo Carlos Crapez

NITERÓI, 2021

Ficha catalográfica automática - SDC/BCV
Gerada com informações fornecidas pelo autor

P659m Pinto, Fernando Neves
MARCADORES ANTROPOGÊNICOS EM COLUNA SEDIMENTAR DE MANGUEZAL
SOB INFLUÊNCIA DE UM LIXÃO / Fernando Neves Pinto ; Mirian
Araújo Carlos Crapez, orientadora. Niterói, 2021.
150 f. : il.

Tese (doutorado)-Universidade Federal Fluminense, Niterói,
2021.

DOI: <http://dx.doi.org/10.22409/PBMAC.2021.d.01067523758>

1. Lixão. 2. Manguezal. 3. Metais Pesados. 4. Poluentes
Orgânicos. 5. Produção intelectual. I. Crapez, Mirian
Araújo Carlos, orientadora. II. Universidade Federal
Fluminense. Instituto de Biologia. III. Título.

CDD -

Bibliotecário responsável: Debora do Nascimento - CRB7/6368

**MARCADORES ANTROPOGÊNICO EM COLUNA SEDIMENTAR DE
MANGUEZAL SOB INFLUÊNCIA DE UM LIXÃO**

Aluno: Fernando Neves Pinto

Orientador: Prof.(a) Dr.(a) Mirian Araujo Carlos Crapez

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros do Departamento de Biologia Marinha, Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Doutor em Biologia Marinha.

Aprovada por:

Prof. Dra. Mirian Araujo Carlos Crapez, Presidente da Banca, UFF

Prof. Dr. Wanderley Rodrigues Bastos – Universidade Federal de Rondônia (UNIR).

Dr. José Augusto Pires Bitencourt - Instituto Tecnológico Vale Desenvolvimento Sustentável.

Prof. Dr. Fabio Vieira de Araujo – UERJ

Prof. Dr. João Paulo Machado Torres Bolsista - UFRJ

Agradecimentos:

- A minha família Pinto por todos os momentos que antecederam esse final.....
- Agradeço a Professora Mirian Crapez por me acolher em seu grupo, pela orientação, ensinamentos da ciência e da vida e por acreditar em minha capacidade.
- Aos Professores e alunos do Programa de Pós-Graduação de Biologia Marinha e Ecossistema Costeiros da UFF.
- A secretária do nosso programa de pós-graduação Ana Cristina Souza de Oliveira que meio as turbulências atuais, nos acolheu, nos atendendo com muito carinho e competência. Muito obrigado.
- Ao amigo Jorge Rogério Alvez (BomBom) pela cumplicidade, companheirismo e conselhos profissionais e pessoais. Um dos momentos mais desafiadores de nossas vidas e vc se fez presente, mostrando a grandeza de pessoa que representa, ao “abrir” mão de seu problema para me acolher e me tranquilizar, mostrando a importância de cultivar uma amizade, tornando nossa existência mais confortável. Vamos vencer!
- A Andrea Coelho (*in memoriam*) minha incentivadora e exemplo de liderança comunitária e de paixão contagiante pela ilha de Itaoca, a grande responsável aflorar o meu sentimento cívico por São Gonçalo.
- José Roberto Santos da Silva o “querido” Tinguá pelo apoio na coleta do testemunho em meio de uma Intervenção Militar na região. São muitas histórias.
- Ao Pe André Luis B Siqueira, Pároco da Igreja Matriz de São Gonçalo que através das campanhas da fraternidade de 2017 cujo tema: “Os biomas Brasileiros” me proporcionou acessar as audiências públicas do MPRJ discutindo as questões ambientais precursoras para a criação das APAs de São Gonçalo.

- Ao amigo querido João Paulo Machado Torres um eterno apoiador e apaixonado pela ciência, leitura e história, uma das pessoas mais admiráveis que conheço. Nunca desistiu de mim.
- Ao amigo Wanderley Rodrigues Bastos pelo privilégio da convivência harmoniosa. Esta tese retornamos a quase 30 anos onde nos conhecemos pela primeira vez na Ilha de Itaoca em São Gonçalo, na época eu apenas um aluno de IC fui apresentado por você a família Radioisótopos onde fui acolhido fazendo parte da minha essência.
- Ao Olaf Malm e Jean Remy pelo carinho, acolhimento, puxões de orelha e as viagens inesquecíveis pelo laboratório.
- A todos os amigos do Radioisótopos que fizeram parte da minha história, especialmente Professora Mirian Brugnara (quem me iniciou nos preparos de reagentes e nas análises químicas), Marlon Fonseca eternamente responsável pelo meu apelido “FEFITO” e José Ricardo Tomáz um parceiro querido.
- Ao Rodolfo Paranhos pelo reconhecimento, parceria e importante contribuição para meu profissionalismo.
- Aos companheiros e amigos(as) do laboratório de Hidrobiologia.
- Ao Professor Carlos German Massone (Cacarlos) pelas análises dos orgânicos no meio da pandemia e pelas importantes sugestões e contribuições. Vc sempre será um querido.
- Ao Marcelo Vianna pela torcida e apoio, carinho e incentivo.
- A família Micromar e os encontros na casa da Mirian e no “escritório”. Onde descobri que em meu intestino pode conter importantes componentes para soluções ambientais.
- Aos amigos do laboratório de Biogeoquímica da Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Um dos melhores laboratórios de excelência em análises de metais pesados que eu conheço.

- Aos amigos da Subsecretaria de Áreas Verdes da Prefeitura Municipal de São Gonçalo, representado pelo Subsecretário Gláucio Brandão, equipe extremamente eficiente e competente.
- Ao projeto mangue da UNIVERSO onde tudo começou (Hélio Ernani Capilé, Jorge Eduardo Santos Paes, Manuel de Souza Esteves e a Solange Gomes Imelk)
- Por fim a minha resiliência pois o acaso não existe, tudo tem um propósito ou um sentido. A minha busca continua ...

Dedicatória

Dedico esse trabalho aos meus pais, minha irmã e minhas filhas por acreditarem e apoiarem as minhas escolhas, vocês são meu “porto seguro”. Amo vocês do meu jeito esquisito.

Ao “Vovô Tomate” Professor Wolfgang Christian Pfeiffer (*in memória*) pessoa extraordinária, exemplo de pesquisador e mentor de toda uma geração de cientistas inclusive a minha. Foi uma Honra!

“A invisibilidade de alguns elementos da paisagem torna-se visível aos olhos de quem conhece, ama e preserva a saúde da terra”.

Aldo Leopold

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	11
LISTA DE FIGURAS	13
RESUMO	16
MARCADORES ANTROPOGÊNICO EM COLUNA SEDIMENTAR DE MANGUEZAL SOB INFLUÊNCIA DE UM LIXÃO	16
ABSTRACT	18
ANTHROPOGENIC MARKERS IN A MANGROVE SEDIMENT COLUMN SUBJECTED TO THE INFLUENCE OF A DUMPSITE	18
INTRODUÇÃO GERAL	20
OBJETIVOS	27
OBJETIVO GERAL	27
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
CAPÍTULO 1	28
MANGUEZAIS: ECOLOGIA E SERVIÇOS ECOSECOSISTÊMICOS	28
INTRODUÇÃO	28
ECOLOGIA DOS MANGUEZAIS	28
SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS	34
CONCLUSÃO	36
CAPÍTULO 2	38
Ambiental impacts of a dumpsite in a mangrove ecosystem	38
ABSTRACT.....	39

INTRODUCTION	40
Materials and methods	42
Figure 1	42
Chemical analysis.....	43
Geochemical Index.....	45
Statistical Analyses	46
RESULTADOS AND DISCUSSION	47
Sedimentation rates and geochronology	47
Organic Mater, biopolymers, and total organic carbon.....	49
Metals' total fraction.....	53
Metals' Available Fraction	57
Principal Component Analysis.....	65
CONCLUSION.....	67
CAPÍTULO 3.....	69
Interferência da ocupação urbana na distribuição de POPs em manguezal.....	69
Urban occupation interference in the distribution of POPs in mangrove.....	69
RESUMO.....	69
ABSTRACT.....	70
INTRODUÇÃO	71
MATERIAIS E MÉTODOS	74
Amostragem do perfil sedimentar	74
Quantificação dos POPs	76

RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	77
Geocronologia.....	77
HPAs.....	79
DDE.....	84
PCBs.....	84
CONCLUSÃO.....	87
CONCLUÇÕES GERAIS.....	88
REFERÊNCIAS.....	91
ANEXOS.....	125
ANEXO I.....	125
Lei complementar nº 031/2018, dispões sobre alterações na Lei Complementar do plano diretor. Lei complementar nº 32/2018 Dispõe sobre o uso e a ocupação do solo urbano do município de São Gonçalo, revogando as leis antiga 315/2010.....	125
ANEXO II.....	128
Decreto 112 de 06 de junho de 2018 da criação da Área de Proteção Ambiental (APA) das Estâncias de Pendotiba, município de São Gonçalo/RJ.....	128
Decreto 113 de 06 de junho de 2018 da criação da Área de Proteção Ambiental (APA) de Itaoca, município de São Gonçalo / RJ.....	128
Decreto 114 de 06 de junho de 2018 da criação da Área de Proteção Ambiental (APA) do Alto Gaia, município de São Gonçalo / RJ.....	128
ANEXO III.....	147

Decreto 066, 067 e 068 de 05 de abril de 2019 alterando a redação do artigo 20 e 50 do decreto 112/2018. 113/2018 e 114/2018.....	147
ANEXO IV	148
Documento de submissão do artigo intitulado: Ambiental impacts of a dumpsite in a mangrove ecosystem referente ao capítulo 2	148
ANEXO V.....	149
E-mail de confirmação da submissão do artigo intitulado: Ambiental impacts of a dumpsite in a mangrove ecosystem referente ao capítulo 2	149
ANEXO VI.....	150
Documento de submissão do artigo intitulado: Interferencia da ocupação urbana na distribuição de pop _s em manguezal. referente ao capítulo 3.....	150
ANEXO VII.....	151
E-mail de confirmação da submissão do artigo intitulado: Interferencia da ocupação urbana na distribuição de pop _s em manguezal referente ao capítulo 3	151

LISTA DE TABELAS

INTRODUÇÃO GERAL

Tabela 1: Áreas de manguezais dos municípios do recôncavo da Baía de Guanabara (AGEVAP, 2021)23

Tabela 2: Áreas atualmente protegidas do município cadastradas no CNUC (Cadastro Nacional de Unidade de Conservação) com as áreas utilizadas para fins de cálculo do ICMS ecológico25

CAPÍTULO 2

Table 1: Accuracy of metal analysis. Certified values, measured values (mg.Kg^{-1}), and recovery rates of the reference material (Enviromat - ASP Science - Soil contaminated - SS - 2)43

Table 2: Metal concentrations used as background to calculate the EF and I_{geo} index.....45

Table 3: Total metal mean concentrations (mg.kg^{-1}), I_{geo} , and EF for the periods related to the operation status of the Itaoca dump (before, during, and after)54

Table 4: Total metal mean concentrations (mg.kg^{-1}), I_{geo} , and FE for the periods related to the operation status of the Itaoca dump (before, during, and after)55

Table 5: Eigenvalues of the correlation matrix and related statistics64

CAPÍTULO 3

Tabela 1: Resultados das médias (ng.g^{-1}) dos 16 HPAs prioritários, total de LMW HPAs, total de HMW HPAs, total de C_PAH e total dos HPAs em coluna sedimentar no manguezal, abrangendo os três períodos do lixão de Itaoca (após, ativo e antes).....81

Tabela 2: Razões isoméricas de HPAs abrangendo os três períodos do lixão de Itaoca (após, ativo e antes)82

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL

Figura 1: Manguezais remanescentes ao redor do mundo no ano de 2017. (adaptado de Jakovac, 2020)..... 21

Figura 2: Distribuição dos manguezais remanescentes no litoral brasileiro. (adaptado de Ferreira and Lacerda, 2016).21

CAPÍTULO 2

Figure 1: Study area map – Core location, Itaoca dumpsite, Environmental Protection Area (EPA) of Itaoca and Guapimirim, and the Imboaçu channel. The map was created based on IBGE map layers and designed with the ArcMap software.....41

Figure 2: Linear equation of the sedimentation rates according to the literature. **Dots** - Godoy et al., 1998 ($y = -0.3252x + 671.02$; $R^2 = 0.9572$). **Triangles** - Monteiro et al., 2012 ($y = -0.5213x + 1060.6$; $R^2 = 0.9798$). **Squares** - Figueiredo et al., 2014 ($y = -0.6597x + 1342.1$; $R^2 = 0.971$)47

Figure 3: Geochronology proposed by Figueiredo et al. (2014) applied to the sedimentary column obtained from the Imboaçu channel, subject to the Itaoca dump's effects. **Solid line** – dump implementation period. **Dashed line** – dump deactivation period.....47

Figure 4: Analysis of Variance comparing the periods related to the operation status of the Itaoca dump (before, during, and after). **4a)** Organic Matter – OM %; **4b)** Lipids - LPD mg.g⁻¹

¹; **4c**) Proteins - PRT mg.g⁻¹; **4d**) Carbohydrates - CHO mg.g⁻¹; **4e**) Biopolymeric carbon - BPC m C.g⁻¹; and **4f**) Total organic carbon – TOC %. Whiskers – 95% confident interval; connecting line – mean values; F (degree of freedom) = statistic result and significance. Different letters marked for bars represent significant differences (p < 0.05) through the Turkey HSD *post hoc* test.....51

Figure 5: Analysis of Variance comparing the periods related to the operation status of the Itaoca dump (before, during, and after) for the lithogenic metals in the available fraction. 5a) Al – aluminum; 5b) V – vanadium; 5c) Cr – chromium; 5d) Mn – manganese; 5e) Co – cobalt; 5f) Fe – iron; and 5g) Ni – nickel. Values presented in bioavailable percentage; Whiskers – 95% confident interval; connecting line – mean values; F (degree of freedom) = statistic result and significance. Different letters marked for bars represent significant differences (p < 0.05) through the Turkey HSD *post hoc* test.....61

Figure 6: Analysis of Variance comparing the periods related to the operation status of the Itaoca dump (before, during, and after) for the anthropogenic metals in the available fraction. 6a) Cu – copper; 6b) Cd – cadmium; 6c) Pb – lead; 6d) Zn – zinc. Values presented in bioavailable percentage; Whiskers – 95% confident interval; connecting line – mean values; F (degree of freedom) = statistic result and significance. Different letters marked for bars represent significant differences (p < 0.05) through the Turkey HSD *post hoc* test.....63

Figure 7: Principal Component Analysis. PRT: proteins; CHO: carbohydrates; LP: lipids; OM: organic matter; CO: organic carbon. **Gray dots:** after dumping; **black dots:** during dumping; **open dots:** before dumping.66

CAPÍTULO 3

Figura 1: Área de estudo - APA de Itaoca em relação às principais fontes de contaminação, Rio Imboáçu e o lixão.....74

Figura 2: Equação linear das taxas de sedimentação de acordo com a literatura. Bolas - Godoy et al., 1998 ($y = -0,3252x + 671,02$; $R^2 = 0,9572$). Triângulos - Monteiro et al., 2012 ($y = -0,5213x + 1060,6$; $R^2 = 0,9798$). Quadrados - Figueiredo et al., 2014 ($y = -0,6597x + 1342,1$; $R^2 = 0,971$)77

Figura 3: Geocronologia proposta por Figueiredo et al. (2014) aplicada a coluna sedimentar obtida no canal do Imboáçu, sujeito aos efeitos do Lixão de Itaoca. Linha sólida – Período de surgimento do lixão, final da década de 1970. Linha tracejada - período de desativação do lixão, 2012.....77

Figura 4: Perfil das concentrações (ng.g^{-1}) de POPs no sediment, a marcação no gráfico corresponde ao período de atividade do lixão: A) Σ dos 16 HPAs prioritários, B) Σ dos HPAs carcinogênicos, C) Razão entre HPAs LMW/HMW, D) Razão do perileno e seus isômeros, E) DDE, f) Σ dos PCBs.....85

MARCADORES ANTROPOGÊNICO EM COLUNA SEDIMENTAR DE MANGUEZAL SOB INFLUÊNCIA DE UM LIXÃO

Áreas de manguezais estão sujeitas à diversas pressões antrópicas e, como ambientes deposicionais, seus sedimentos registram o histórico ambiental. A gestão de resíduos sólidos é um dos desafios dos grandes centros urbanos e despejos irregulares próximos às áreas de manguezais são frequentes. O município de São Gonçalo na região metropolitana do Rio de Janeiro, consentiu o surgimento de um lixão às margens de manguezais, ativo por mais de 28 anos. Através de um perfil sedimentar, coletado próximo ao lixão, foi definida a geocronologia, sendo possível relacionar contaminantes à ocupação histórica da região, identificando as fontes e origens nas camadas do sedimento. Quantificou-se carbono orgânico total (COT), matéria orgânica (MO), biopolímeros e frações totais e disponíveis dos metais (Al, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Hg, Cd, Pb e Zn), além dos POPs representados pelos $\Sigma 16$ HPAs prioritários e o Perileno, PCBs e POCs. As concentrações dos metais evidenciaram a atividade do lixão, assim como a MO, COT e os Biopolímeros. Fator de enriquecimento (FE) definiu o Co, Ni, Cr, Al, Fe, Mn e V como origem natural e o Cu, Cd, Zn, Pb, Hg como origem antropogênica. O Índice de Geoacumulação (Igeo) classificou os metais naturais como não poluentes. Os de origem antropogênica apresentaram contaminações moderadas a altamente contaminadas, mesmo após o encerramento do lixão. Apesar dos resultados dos compostos inorgânicos correlacionarem o lixão como principal passivo ambiental, os resultados de orgânicos apresentaram concentrações em toda coluna sedimentar, sendo correlacionados com a ocupação histórica. Destaque para os HPAs com origem pirogênica e concentrações moderadas, associados à queima de madeiras pelas olarias desde antes do lixão. Perileno indicou redução de biomassa vegetal, ou supressão

de mangue. O DDE, antes do lixão, está associado à deposição atmosférica das intensas campanhas de saúde pública e, durante a atividade do lixão, os resultados sugeriram descarte irregular, coincidindo com seu banimento. Os PCBs apresentaram concentrações abaixo da legislação, mas próximos a valores encontrados em lixões que recebem resíduos industriais. Os POPs foram bons marcadores antropogênicos de ocupação urbana e contaminação ambiental pelo chorume de um lixão. A presença do lixão em área de proteção ambiental, indica a necessidade de retomada do processo de remediação, interrompendo o processo crônico de contaminação das duas APAs de Guapimirim e Itaoca.

Palavras-chave: Lixão, manguezal, metais pesados, POPs.

**ANTHROPOGENIC MARKERS IN A MANGROVE SEDIMENT COLUMN
SUBJECTED TO THE INFLUENCE OF A DUMPSITE**

Mangrove ecosystems have become increasingly vulnerable to anthropogenic pressures, and depositional characteristic the environmental, its history can be accessed through the sedimentary column. The management of solid waste is one of the challenges of large urban centers, and irregular dumping ground near mangrove forests has become frequent. São Gonçalo city, at Rio de Janeiro metropolitan region, allowed the creation of a dumping ground inside the mangrove area and operating for 28 years. This study accessed the geochronology and contaminants related to human occupation history in the region through a sedimentary profile collected near the dumpsite, identifying the sources and origins of measured pollutants. From the sediment layers, were determined the total organic carbon (TOC), organic matter (OM), biopolymers, metals' total and available fractions (Al, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Hg, Cd, Pb, and Zn), and POPs, represented by $\Sigma 16$ HPAs priority, Perylene, PCBs, and OCPs. Results showed that metal, OM, TOC, and Biopolymer concentrations were significantly correlated to the dump operational period. The Enrichment factor (FE) defined Co, Ni, Cr, Al, Fe, Mn, and V as naturally originated, while Cu, Cd, Zn, Pb, and Hg were considered anthropogenically originated. The Geoaccumulation Index (I_{geo}) classified the natural metals as non-polluting amounts, whereas the anthropogenic were considered moderate to highly contaminating, even after the dump deactivation. Although inorganic compounds' results indicated that the dump presents significant environmental liability, the organic results showed that concentrations throughout the sedimentary column were associated with local human occupation record. Before the dump existence, pyrogenic PAHs displayed moderate concentrations suggesting an association with wood burning from the pottery industry. Perylene

suggested a reduction of plant biomass through mangrove suppression. DDE contents before the dump were associated with atmospheric depositions, originated by the intense public health campaigns, while higher DDT values coincided with the prohibition of this pesticide, suggesting its irregular disposal in the dumpsite. PCBs showed concentrations below policy limits although, similar to those reported for industrial dumpsites. POPs proved to be efficient anthropic markers of urban occupation and environmental contamination from the dump leachate. As the dump is located within an environmental protection area, an immediate resumption of the remediation process is necessary to interrupt the chronic contamination of the Guapimirim and Itaoca EPA.

Keywords: Dump, mangrove, heavy metals, and POPs.

A concentração urbana e industrial nas regiões costeiras e estuarinas faz com que elevadas concentrações de nutrientes, poluentes orgânicos e metais cheguem a estes ecossistemas. Muitos desses resíduos antropogênicos são tóxicos e persistentes (MILHOME., 2018; YAN, 2018; NUMBERE, 2019; MBUSNUM, 2020; e DEBELA, 2020), podendo acumular nas cadeias alimentares marinhas. Marcadores antropogênicos são importantes indicadores da história de ocupação humana, principalmente em ambientes deposicionais costeiros.

Os manguezais ocorrem ao longo das costas tropicais e subtropicais protegidas, em área de transição entre os ambientes terrestres e marinhos, delimitados pelas correntes oceânicas e isotérmicas mais frias (ALONGI, 2009) (**Figura 1**). Estão localizados próximos a grandes núcleos populacionais e são responsáveis por importantes funções ecológicas e econômicas (BARBIER., 2011). Eles integram vários serviços ecossistêmicos avaliados em, aproximadamente, US\$ 200.000/ha/ano (COSTANZA, 2014).

O manguezal desempenha um papel fundamental no controle das emissões atmosféricas de carbono, pois armazena grandes quantidades nas camadas mais profundas do solo (DONATO, 2011). Este ecossistema é reconhecido como um potencial sumidouro de carbono e a chave para sequestro de carbono de biomassa e de solo (ADAME, 2013; ALONGI, 2014). Estas funções reforçam a manutenção e conservação dos manguezais como estratégia para geração de renda sustentável e alta produtividade (MCLEOD, 2011).

Na costa brasileira, os manguezais ocupam desde a foz do rio Oiapoque, no Estado do Amapá até o Estado de Santa Catarina e é a terceira maior extensão territorial de mangue do planeta, com área total de 9.626,83 Km² (GIRI, 2011). Embora a maioria dos manguezais

brasileiros esteja localizada em regiões de baixa densidade demográfica no litoral norte, também pode ocorrer próximo a litorais de regiões metropolitanas mais densas e urbanizadas no sudeste e sul (ARAÚJO, 2020). (**Figura 2**)

Os manguezais no Estado do Rio de Janeiro apresentam grandes formações na região Norte Fluminense (foz do rio Paraíba do Sul) e na região Sul Fluminense, compreendendo Baía de Guanabara, Baía de Sepetiba (Guaratiba) e Baía de Ilha Grande (Mangaratiba, Angra dos Reis e Parati) (LARDOSA, 2013).

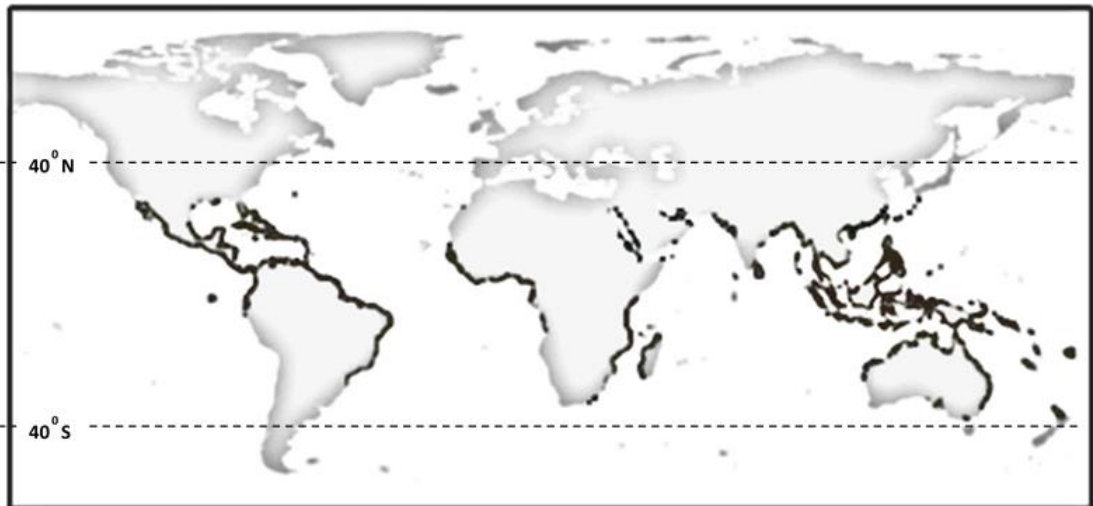


Figura 1: Manguezais remanescentes ao redor do mundo no ano de 2017. (adaptado de JAKOVAC, 2020).

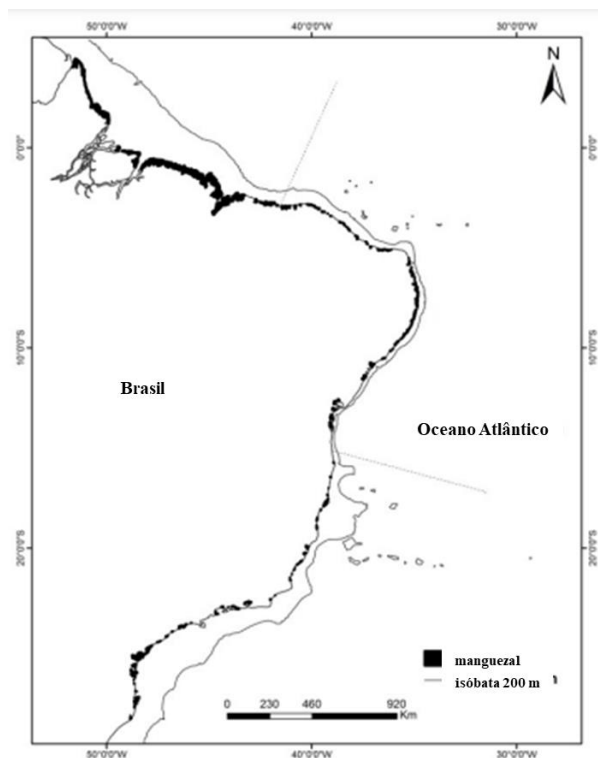


Figura 2: Distribuição dos manguezais remanescentes no litoral brasileiro. (adaptado de FERREIRA & LACERDA, 2016).

Segundo o último levantamento realizado pela AGEVAP (2021), os manguezais remanescentes do fundo da Baía apresentam 98,54 Km². (Tabela 1). Essa diferença pode estar associada às técnicas empregadas mais precisas como o sensoriamento remoto através de imagens espaciais (PEREIRA, 2018). A conservação efetiva da biodiversidade é essencial para a sobrevivência humana e para a manutenção dos serviços ecossistêmicos, podendo favorecer o reconhecimento da biodiversidade como um bem público (RANDS, 2010; BERTINIA, 2016).

Algumas áreas do fundo da Baía de Guanabara foram incorporadas como unidades de conservação, como é o caso da APA de Guapimirim (Decreto Federal nº 90.225 de 25/09/1984) e a Estação Ecológica da Baía da Guanabara (ESEC da Guanabara) (Decreto Federal s/nº de 15 de fevereiro de 2006).

O Município de São Gonçalo, na região Leste Metropolitana do Rio de Janeiro, apresenta um elevado índice de crescimento, com população estimada em 1.049.826 habitantes

e densidade de 4.035,90 hab/km² (IBGE, 2018). É considerado um município dormitório, grande parte de sua mão de obra ativa trabalha no Rio de Janeiro e Niterói. A crise econômica e a falta de planejamento urbano facilitaram a busca por moradias em áreas próximas às matas, margens de rios e manguezais, reduzindo em muito as áreas verdes do município, apenas 4 % dessas áreas apresentavam legislação próprias para conservação antes de 2018 (SILVA, 2012).

A falta de uma política municipal de gestão para o setor de meio ambiente motivou a instauração de um inquérito Civil Público pelo Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro (ASCOM, 2018). Em resposta, a Secretaria de Meio Ambiente através da Subsecretaria de Áreas Verdes realizou estudos necessários para definição de novas áreas a serem conservadas. Foi estabelecida parceria com a Secretaria de Desenvolvimento Urbano, que utilizou a Lei de Uso e Ocupação do Solo (Lei Complementar 32/2018) (Anexo I), atualizando os limites territoriais para a criação de novas áreas de proteção ambiental, as macrozonas de ocupação específicas (M1 – Macrozona de Preservação Ambiental).

Os Decretos Municipais para criação das APAs foram assinados no dia do Meio Ambiente, 06 de junho de 2018. Neste evento foram apresentadas as três novas Áreas de Proteção Ambiental (APA): Alto do Gaia (Decreto 012/2018 – anexo II), Itaoca (Decreto 013/2018 – Anexo III) e Estância Pendotiba (Decreto 014/2018 – Anexo IV). Também foi vinculado um prazo para definição dos respectivos Planos de Gestão, a fim de atender a legislação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (IBAMA 2001; Lei nº 9.052/2000). Assim, foi registrada na história ambiental do Município de São Gonçalo uma mudança significativa das áreas verdes a serem protegidas, ampliadas para 19 % de seu território (ASCOM, 2018).

Tablela 1 – Áreas de manguezais dos municípios do recôncavo da Baía de Guanabara (AGEVAP, 2021).

Manguezais	Km²	% área total municipal
Guapimirim	30,46	8,5
São Gonçalo	20,62	8,3
Duque de Caxias	19,62	4,2
Magé	14,07	3,6
Itaboraí	13,77	3,2
Total de áreas de manguezais na Baía de Guanabara	98,54	Km ²

Em 20 de março de 2019, os decretos de criação das APAs sofreram alterações, com inclusão no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) e no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e inserção do artigo 5º, que definiu ser de responsabilidade da Secretaria Municipal de Meio Ambiente a gestão das APAs (Decretos 066, 067 e 068, D.O.E. de 05/04/2019) (Anexo V) (**Tabela 2**). O decreto municipal considerou a efetividade do Município na gestão de recursos naturais e manutenção dos serviços ecossistêmicos, garantindo um corredor ecológico entre a APA de Guapimirim e a ESEC da Guanabara, bem como a adoção de mecanismos de proteção ambiental através de políticas municipais que recebam contrapartidas financeiras através do ICMS ecológico (Lei Estadual nº 5.100 de 10/10/2007).

A manutenção das áreas verdes através das novas APAs proporcionarão aos gonçalenses uma relação mais afetiva com o município, melhorando o bem-estar, deixando a relação apenas de cidade dormitório, porque as cidades devem pensar em árvores como infraestrutura de saúde pública (ROSA, 2018).

Em relação às três novas áreas de proteção criadas, a APA de Itioca é uma das mais significativas, com perímetro de 48,2 Km e mais de 30,76 km² de área (D.O.E de 05/04/2019), com manguezais em quase toda sua totalidade. A aplicação do conceito de conservação a partir do reconhecimento da importância dessa área servirá para impulsionar a necessidade de recuperação socioambiental da Ilha de Itioca. A Ilha de Itioca está localizada na região noroeste da Baía de Guanabara, representa 30% do litoral de São Gonçalo e recebe águas costeiras nos períodos de maior amplitude de maré. Além disso, constitui parte da bacia do Rio Imboáçu, que drena uma das áreas mais populosas do município, contribuindo com resíduos sólidos e esgoto in natura para a recém-criada APA de Itioca.

A área da APA de Itioca abrigou um lixão desde o final da década de 70, recebendo todo resíduo sólido urbano produzido em São Gonçalo e municípios próximos. Com a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010), após 20 anos de tramitação no Congresso Nacional, o lixão de Itioca foi desativado no final de 2012, com grave passivo ambiental até hoje (PIMENTEL, 2012).

Nosso trabalho foi desenvolvido na APA de Itioca, recém-criada, em sobreposição com a APA de Guapimirim onde funcionou o lixão, recebendo todo tipo de resíduo sólido urbano por 28 anos. Foi coletada uma coluna sedimentar de aproximadamente 82 cm na margem direita do canal do Imboáçu, à jusante do afluente de drenagem do canal do lixão e quantificados metais e poluentes orgânicos persistentes. A partir da geocronologia de áreas próximas, pode-se inferir a presença destes marcadores antropogênicos nos períodos antes, durante e após encerramento do lixão. Estas avaliações serão incorporadas ao plano de manejo da unidade de conservação municipal.

Tablela 2 – Áreas atualmente protegidas do município cadastradas no CNUC (Cadastro Nacional de Unidade de Conservação) com as áreas utilizadas para fins de cálculo do ICMS ecológico.

Área total de São Gonçalo	248,40 Km²	
APA do Engenho pequeno	9,15 Km ²	Municipal
PM São Gonçalo	0,89 Km ²	Municipal
APA de Guapimirim	18,87 Km ²	Federal
Estação Ecológica da Guanabara	0,28 Km ²	Federal
APA das Estâncias	0,93 Km ²	Municipal
APA Alto Gaia	5,30 Km ²	Municipal
APA de Itaoca*	11,86 Km ²	Municipal
Total de áreas protegidas	47,28 Km²	19 %

Adaptado da fonte: <http://www.ceperj.rj.gov.br/Conteudo.asp?ident=84> *APA de Itaoca foi criada com 30,76 Km², mais para fins de cálculo do ICMS ecológico é subtraído a sobreposição de áreas com a APA de Guapimirim.

O presente trabalho abrange três capítulos. O primeiro traz um referencial teórico da importância dos manguezais na manutenção da área costeira, bem como os seus serviços ecossistêmicos. O segundo capítulo trata dos impactos ambientais de um lixão no ecossistema de manguezal, enfocando o papel dos metais litogênicos e antropogênicos, nos períodos de antes, durante e após o encerramento do lixão. O terceiro capítulo trata dos poluentes orgânicos persistentes (POPs) distribuídos nos períodos de antes, durante e após o encerramento do lixão.

OBJETIVO GERAL

Avaliar o passivo ambiental de área de manguezal da APA de Itaoca, município de São Gonçalo / RJ utilizada como lixão por 28 anos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) determinar o passivo ambiental dos períodos de antes, durante e após o encerramento do lixão, através de geocronologia estimada em área do litoral de São Gonçalo;
- 2) quantificar os metais litogênicos e antropogênicos em coluna sedimentar de aproximadamente 82 cm na margem direita do canal do Imboçu, à jusante do afluente de drenagem do canal do lixão;
- 3) quantificar os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em coluna sedimentar de aproximadamente 82 cm na margem direita do canal do Imboçu, à jusante do afluente de drenagem do canal do lixão;
- 4) quantificar os pesticidas organoclorados em coluna sedimentar de aproximadamente 82 cm na margem direita do canal do Imboçu, à jusante do afluente de drenagem do canal do lixão;
- 5) subsidiar o plano de manejo da recém-criada APA de Itaoca.

MANGUEZAIS: ECOLOGIA E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

INTRODUÇÃO

A tese, segundo as normas da Pós-Graduação do Programa de Biologia Marinha e Ecossistemas Costeiros da UFF, está dividida em capítulos que abordam o impacto antropogênico de um lixão em área de manguezal, bem como parte da ocupação histórica da região. Neste formato, os capítulos tratam dos resultados experimentais da tese, sob a forma de publicações submetidas às revistas científicas, indexadas pelo Qualis / Capes.

Nesse sentido, fez-se necessário um capítulo que trate da ecologia e dos serviços ecossistêmicos dos manguezais, visto que o lixão se encontra em área de proteção ambiental recém-criada, a APA de Itaoca, Baía de Guanabara, RJ.

ECOLOGIA DOS MANGUEZAIS

Ecossistemas de mangue são zonas húmidas costeiras, com vegetação lenhosa, distribuídos por 124 países tropicais e subtropicais entre 30 ° N e 30 ° S de latitude (GIRI et al. 2011). Eles fornecem numerosos serviços ecossistêmicos e desempenham funções ecológicas críticas (BARBIER et al. 2011). Os estoques de carbono neste ecossistema foram calculados para 5 continentes e se situaram numa faixa média de 856 Mg C/ha, sendo que 85% deste carbono está a uma profundidade média de 216 cm (22 a > 300 cm). Globalmente, os manguezais estocam um total de 11,7 Pg C, distribuídos acima do solo (1,6 Pg C) e abaixo do solo (10,2 Pg C) (KAUFFMAN et al., 2020).

O Brasil possui 11.072 km² de floresta de mangue, a segunda maior extensão do mundo com 8,1% (BUNTING et al., 2018). Os floresta de mangue fazem parte dos estuários em nosso país, com três gêneros: *Rhizophora* ou mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*, *Rhizophora racemosa* e *Rhizophora harrisonii*); *Avicennia* ou mangue-preto ou mangue-siriúba (*Avicennia schaueriana* e *Avicennia germinans*) e *Laguncularia* ou mangue-branco (*Laguncularia racemosa*). *Avicennia* e *Laguncularia* possuem as lenticelas nas raízes respiratórias, os pneumatóforos e a *Rhizophora*, as lenticelas na expansão dos caules com geotropismo positivo, os rizóforos (ICMBIO, 2018). A distribuição espacial das espécies responde a frequência de inundação, salinidade, potencial redox, concentração de matéria orgânica, nutrientes e granulometria do sedimento (ZAMPROGNO et al. 2016).

O carbono da floresta de mangue é denominado de “carbono azul” e se refere ao carbono absorvido e fixado a partir do dióxido de carbono capturado da atmosfera oceânica e convertido em biomassa (NELLEMANN et al., 2009; TANG et al., 2018). O manguezal é um dos maiores sequestradores de carbono por unidade de área, graças à baixa taxa de decomposição da matéria orgânica, ligada ao metabolismo de microorganismos anaeróbicos e altas taxas da produção primária (ZHANG et al., 2017). Estima-se que 40% da produção primária é degradada no próprio local, a exportação abrange 30%, o estoque no sedimento é de 10% e os herbívoros consomem 9% (DUARTE and CEBRIAN, 1996).

Os manguezais são eficientes na retenção de material particulado da coluna d’água, importante fonte autóctone de carbono (KRISTENSEN et al., 2008). O carbono inorgânico dissolvido é suficiente para supersaturar a coluna d’água, tornando-se fonte de dióxido de carbono para a atmosfera. O mangue contribui com quase 60% do carbono inorgânico dissolvido e 27% do carbono orgânico dissolvido para o oceano costeiro. Os manguezais também contribuem com 55% da troca ar-mar, 28% da exportação de carbono inorgânico

dissolvido e 13% do carbono orgânico dissolvido juntamente com o material particulado nas zonas costeiras úmidas (ALONGI, 2020a).

Os manguezais por serem ambientes inundáveis e anóxicos transformam em processos complexos a produção, conservação e uso do carbono azul (TANG et al., 2018). A decomposição microbiana da matéria orgânica nos manguezais envolve processos diagenéticos anaeróbicos, uma vez que o oxigênio está disponível até os 2mm superficiais para os processos aeróbicos de produção de energia (ALONGI, 2020a). As bactérias anaeróbicas utilizam como fonte de carbono os ácidos orgânicos como lactato, butirato, propionato e acetato, gerados a partir da fermentação bacteriana, acoplados à redução de nitrogênio, ferro, sulfato, enxofre e dióxido de carbono, para produzir energia química, água e nitrogênio gasoso, ferro solúvel, sulfetos e metano. A escolha do agente oxidante é dependente da sua disponibilidade e do potencial de óxido-redução do ambiente (KRISTENSEN et al., 2017). A implantação do processo de degradação da matéria orgânica no sedimento dependerá da físico-química do sedimento, da geomorfologia local, da salinidade, frequência de inundação das marés, temperatura, aporte de água doce, composição das espécies de mangue, atividade fisiológica das raízes, quantidade e qualidade da matéria orgânica e bioturbação (ALONGI, 2020a).

A redução de sulfato, realizada por microorganismos sulfato-redutores, com produção de sulfetos, é globalmente o segundo mais importante processo respiratório na decomposição da matéria orgânica (KRISTENSEN et al., 2008). No manguezal, o ciclo do enxofre pode ser considerado a via primária para a degradação anaeróbia da matéria orgânica (PHILIPPOT et al., 2013). A redução do sulfato é frequentemente mediada por aglomerados bacterianos pertencentes a Deltaproteobacteria, especificamente, Desulfobacterales (LYIMO et al., 2002). BALK et al. (2016) estudaram o processo de redução do sulfato em amostras de sedimento coletadas próximas às raízes de *Rhizophora mangle* e *Avicennia germinans*. Os microorganismos possuíam gene específico para os redução de sulfato, *dsrB* (Sulfite reductase

Beta subunit), e utilizaram como fonte de carbono uma mistura de acetato, propionato e lactato, com concentrações significativamente maiores nas amostras sub-superficiais reduzidas do sedimento (4-6 cm de profundidade) do que em amostras superficiais mais oxidadas (0-2 cm de profundidade). A dinâmica do processo indicou redução mais ativa nas entremarés para *R. mangle* e para *A. germinans*, o processo foi mais ativo apenas nos locais de maré.

O metano é o segundo mais abundante gás de efeito estufa, ligado às mudanças climáticas e sua produção é maior em manguezais impactados antropicamente. Em manguezais bem conservados, a produção de metano fica em torno de 242 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{dia}$ (CHEN et al., 2010). A produção de metano no manguezal pode chegar a 0-23,68 mg C/ m^2/h (CASTILLO et al., 2017; HIEN et al., 2018), ao contrário de plantações de arroz (0-630 mg C/ m^2/h) (TARIQ et al., 2017) ou de lagoas (0,75-40,5 mg C/ m^2/h) (STADMARK and LEONARDSON, 2005). As concentrações de carbono orgânico estimulam a produção de metano no manguezal e aumentam a expressão do gene *mcrA*, específico para microorganismos metanogênicos. ZHANG et al. (2020) obtiveram 13 genomas representando uma classe (Methanofastidiosa) e cinco ordens (Methanomassiliicoccales, Methanomicrobiales, Methanobacteriales, Methanocellales e Methanosarcinales) de arqueias metanogênicas, incluindo os dois novos metanogênicos, Methanofastidiosa e Methanomassiliicoccales. Entretanto, Methanofastidiosa, Methanomassiliicoccales, Methanomicrobianos e Methanosarcinales são as arqueias dominantes e potenciais em sedimentos de mangue. A riqueza de sulfato na coluna d'água marinha não favorece a produção de metano, pois o ganho energético é maior com o primeiro (SHIAU et al., 2016). Espécies de mangue com pneumatóforos reduzem a produção de metano, pois favorecem a aeração do sedimento (HE et al., 2019).

O nitrogênio é um nutriente importante para o crescimento, reprodução e produtividade dos seres vivos e é um fator limitante ao desenvolvimento dos ecossistemas. Nas águas de maré dos manguezais as formas nitrogenadas são, preferencialmente, nitrogênio orgânico dissolvido,

seguido, em ordem decrescente, por amônio, nitrato e nitrito, em concentrações micromolares. Os fatores que afetam as concentrações são chuva, escoamento superficial, intrusões de água *offshore*, lençol freático, lixiviado de lixo, temperatura, insumos antropogênicos e atividades metabólicas, especialmente do fitoplâncton e bacterioplâncton. O estoque global de nitrogênio é de 52,03 Mg N/há, com 96% estocado em profundidade de 1m. As taxas de fixação de nitrogênio são mais altas em crostas de algas/cianobactérias que crescem em caules das árvores, com variação de 17,40 a 201,20 mgN/m²/dia, seguida pelas raízes abaixo do solo, 2,77 a 73,4 mgN/m²/dia e pela superfície do solo com 0 a 58,92 mgN/m²/dia (ALONGI, 2020b). Gastrópodes e outros invertebrados bentônicos habitam caules de árvores e consomem prontamente partículas orgânicas, micro e macroalgas, bactérias e detritos nestas superfícies, tornando a mensuração da ciclagem de nitrogênio desequilibrada em manguezais (FELLER et al., 2010). Este problema também ocorre quando os manguezais sofrem ações antropogênicas (REIS, 2017). A exportação global de nitrogênio orgânico particulado dos manguezais para o oceano costeiro é equivalente a 95% do exportado pelos maiores rios tropicais (ALVAREZ-COBELAS et al., 2008). A contribuição de óxidos de nitrogênio e da desnitrificação dos manguezais para o oceano é modesta, ficando em 0,4% e 0,5-2,0%, respectivamente (ALONGI, 2020c). *Rhizobiales* são bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico ou são simbioses de plantas, vivendo na rizosfera ou no sedimento próximo às raízes do mangue (GOMES et al., 2014). Amostras de sedimento de áreas úmidas coletadas no mangue interno possuem maior proporção de *Rhizobiales* que as amostras do mar e das margens, sugerindo participação no crescimento das plantas. *Deferribacterales* foram detectados na borda marinha de manguezais e são considerados como potenciais redutores de nitrato (TAKETANI et al., 2010). Estudos também sugerem que bactérias sulfato-redutoras são também capazes de fixar nitrogênio atmosférico; o gene *nifH* foi detectado em *Desulfobulbus*, *Desulfobacter*, *Desulfotomaculum* e *Desulfovibrio* (RIEDERER-HENDERSON and WILSON, 1970; SHIAU et al., 2017).

Processos microbianos aeróbicos são termodinamicamente mais favoráveis, (LAANBROEK, 1990) e através dos pneumatóforos e rizóforos, o mangue é capaz de transferir oxigênio do ar para suas raízes em sedimentos anóxicos (SCHOLANDER et al., 1955), facilitando a decomposição aeróbica da matéria orgânica nas camadas mais profundas do solo. *Avicennia* possui uma maior zona oxidada na rizosfera em comparação com espécies de *Rhizophora* (ALONGI et al., 2000). Quando o sedimento do manguezal é aerado antropicamente por drenagem, instalação de cultivo de camarão, ou de pastagens, o aumento do oxigênio favorece a diagênese da matéria orgânica, com perda de 54% do carbono armazenado nos sedimentos para a atmosfera (KAUFFMAN et al., 2017).

Apesar dos serviços ecossistêmicos enumerados acima, o Brasil perdeu, pelo menos, 50.000 ha de suas florestas de mangue (cerca de 4%) ao longo de 25 anos e, como área de proteção permanente, o desmatamento é ilegal. O norte concentra 60-70% dos manguezais brasileiros e estão, relativamente, preservados. No nordeste abriga apenas 3% de área de manguezal e estão sendo desmatados para construção de tanques de camarão, produção de sal, instalação de portos e indústrias. O sudeste abriga 30% dos manguezais, com grandes centros urbanos que não possuem locais sanitários adequados para disposição de lixo, além de avançar nestas florestas para aumento de instalações portuárias (GODOY and LACERDA, 2015; FERREIRA and LACERDA, 2016; BERNARDINO et al., 2021). 90% dos manguezais globais poderiam ser restaurados, vendendo créditos de carbono dos remanescentes ao custo de US\$ 3,0 e 13,0/tCO₂, pois não emitiriam 15,51 Pg CO₂ ou restaurando-os para o sequestro de 0,32 Pg CO₂ a US\$ 4,5 e 18,0/tCO₂ (JAKOVAC et al., 2020).

Em 21/10/2020, Rosa Weber, Ministra do Supremo Tribunal Federal, suspendeu liminarmente a decisão do CONAMA que revogou regras de proteção a manguezais e restingas do litoral fluminense. A suspensão vale até o julgamento da ação no plenário da corte. A degradação e uso não sustentável das florestas de mangue causarão problemas futuros, porque

o distúrbio antropogênico gera mudanças na resiliência do sistema, podendo chegar à perda de função (TEEB, 2010).

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

O manguezal é importante ecologicamente por ser um ecótono intertidal de estuários e linhas costeiras abertas, gerenciado por físico-química ambiental única. Este conjunto de fatores condiciona e abriga biodiversidade própria em um número restrito de países. De acordo com CICES (2017), o manguezal fornece uma ampla gama de serviços ecossistêmicos: (1) de provisão: alimento, madeira, água potável, recursos medicinais; (2) regulação: manutenção do clima global, sequestro de carbono, controle de erosão e estabilização de estuários e litorais, proteção contra eventos extremos, como tempestades e enchentes; (3) suporte: habitat para complexa rede ecológica com elevada produtividade biológica, ciclagem de nutrientes e (4) cultural: como recreação, ecoturismo e valores espirituais. Especificamente, os serviços ecossistêmicos são vitais do ponto de vista social, ecológico, econômico, incluindo assim o progresso humano e sua sobrevivência.

Serviços ecossistêmicos são combinações de serviços ecológicos, econômicos e socioculturais, importantes em um planejamento para gestão de fluxos de materiais, energia e capital natural que produzam o bem-estar humano (COSTANZA et al., 1997). Eles precisam ser definidos, identificados e quantificados para integrarem planos de manejo. Após a caracterização de cada serviço, um valor econômico pode então ser atribuído e mapeado, para o desenvolvimento de estratégias e ações de gestão e formulação de políticas. O impacto da gestão na sociedade poderá ser avaliado posteriormente através de participação estruturada (BASKENT, 2020).

Na quantificação dos serviços ecossistêmicos estão incluídos a erosão do solo, provisão de água, valor recreacional, habitat para conservação da biodiversidade e sequestro de carbono. Para a erosão do solo, além dos fatores físico-químicos, deverá ser levada em conta a construção de estradas e trilhas, uso pela pecuária e incêndios florestais (HUBBART et al., 2007). Para a água, deve-se definir os parâmetros para uso, verificar a proteção contra enchentes, erosão e o fluxo (MAES et al., 2013). A preservação das condições hidrológicas e do solo e o recrutamento de propágulos são suficientes para a recuperação, mas alguns ecossistemas necessitam que se promova a restauração e o retorno às funções ecológicas. Experiências em manguezal do rio Jaguaribe, Rio Grande do Norte, mostraram que, em cinco anos, o replantio de *R. mangle* assegurou a recuperação do manguezal e de sua carcinofauna. Na área de recuperação natural, o mangue apresentou menor altura, diâmetro e biomassa (FERREIRA et al., 2015). Para a biodiversidade deverão ser inventariados a riqueza, uniformidade, endemismo e biomassa das espécies, habitats, distribuição espacial e conectividade (EZQUERRO et al., 2016). Para se medir o carbono utiliza-se a quantidade de biomassa viva e morta abaixo e acima do solo, emissão de carbono e balanço líquido entre os ganhos e perdas de carbono do ecossistema. Os ganhos são definidos pelo crescimento de biomassa acima e abaixo do solo e as perdas, remoção de biomassa e/ou mortalidade. (IPCC, 2006).

O monitoramento dos serviços ecossistêmicos começa pela escolha dos indicadores, coleta regular de dados primários e secundários, avaliação e comunicação às partes interessadas. A localização, os tipos e intensidade das atividades do uso do solo devem ter registros sistemáticos, através de um banco de dados, regularmente atualizado e acessível aos usuários. Para os serviços ecossistêmicos com valor de mercado, o monitoramento será realizado por indicadores econômicos. Por fim, o monitoramento dos indicadores de cada serviço ecossistêmico deverá ficar a cargo de uma instituição (BASKENT, 2020).

TOGNELLA-DE-ROSA et al. (2006) efetuaram valoração da Baía de Babitonga (SC) e identificaram a fauna (crustáceos e moluscos), flora (biomas e subsistência), transporte de água e tratamento secundário de esgoto como serviços ecossistêmicos no valor de US\$ 105.200,00.

QUEIROZ et al. (2017) estudaram a valoração sociocultural dos serviços ecossistêmicos no sistema fluviomarinho do Rio Jaguaribe, CE. Os serviços culturais foram contextualizados pela comunidade, mas a percepção para a valoração foi além do valor monetário. Outro ponto evidenciado é que os pescadores mantêm vínculos simbólicos com a terra e o mar, interpretando os ciclos naturais, com vista ao manejo sustentável dos manguezais, traço de comunidades tradicionais. Os autores sugerem que a formulação de políticas de conservação e gestão de manguezais deveriam levar em conta as percepções das comunidades, o que contribuiria para o bem-estar delas e a preservação do ecossistema.

RODRÍGUEZ et al. (2019) estimaram o valor econômico sazonal dos bens e serviços ecossistêmicos de manguezais na Amazônia Oriental. Os resultados mostraram que o ecossistema produz US\$ 23.622,93 ha/ano para as comunidades em produtos e carbono orgânico e atmosférico.

CONCLUSÃO

Os manguezais desenvolvem relações complexas entre a físico-química do ambiente, micro- e macrobiota e regiões vizinhas, fazendo deles, ao mesmo tempo, ecossistemas vulneráveis com inúmeros serviços ecossistêmicos. Entre eles, o uso dos créditos de carbono orgânico e atmosférico, que deixariam de produzir gases estufa, poderiam gerar valores monetários para recuperação/manutenção de outros serviços ecossistêmicos e para as populações que dependem economicamente dos manguezais.

A literatura brasileira sobre a ecologia de manguezais é escassa, bem como trabalhos sobre os serviços ecossistêmicos em nossas florestas de mangue. Sobre os manguezais localizados no Rio de Janeiro, especificamente Baía de Guanabara, não há publicações sobre os temas ecologia e serviços ecossistêmicos.

O recôncavo da Baía de Guanabara concentra a porção mais significativa de manguezais do estado do Rio de Janeiro, onde estão inseridas duas das mais importantes unidades de conservação federais a APA de Guapimirim e Estação Ecológica da Baía de Guanabara, abrangendo os municípios de Magé, Guapimirim, Itaboraí e São Gonçalo. Com a Lei 5.100/2007 passou a vigorar no estado do Rio de Janeiro o ICMS Ecológico, que incentiva a preservação de áreas verdes pelos municípios, alocando 25% do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) para esta finalidade. Os critérios para cálculo anual do ICMS Ecológico são a existência de unidades de conservação, qualidade de água e administração de resíduos sólidos. Atualmente, São Gonçalo recebe 19% do ICMS Ecológico e o processo de remediação do lixão de Itaoca poderá favorecer o aumento deste percentual, melhorando a qualidade de água e do sedimento do mangue.

As publicações geradas por este trabalho servirão de base para o inventário dos serviços ecossistêmicos que ainda existem na região, ancorando o planejamento e gestão desta área de proteção ambiental.

AMBIENTAL IMPACTS OF A DUMPSITE IN A MANGROVE ECOSYSTEM

Fernando N. Pinto^{1*}; Thaise M. Senez-Mello²; Izidro F. de Sousa-Filho³; Walkimar A. da Costa Junior³; and Mirian A. C. Crapez².

¹ Microbiology Laboratory, Department of Marine Biology, Federal Fluminense University - UFF, Niterói/RJ, ZIP code 59075-970, Brazil

² Postgraduate Program in Oceans and Earth Dynamics, Department of Marine Geology, Geosciences Institute, Federal Fluminense University - UFF, Niterói/RJ, ZIP Code 24230-971, Brazil.

³ Environmental Biogeochemistry Laboratory WCP, Federal University of Rondônia - UNIR, Porto Velho/RO, ZIP code 76815-800, Brazil.

* Corresponding author

Fernando N. Pinto e-mail: fernandopinto@id.uff.br; phone number: +552199830-0214; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1805-7673>

Thaise M. Senez-Mello e-mail: thaise_senez@id.uff.br; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2246-7117>

Izidro F. de Sousa-Filho e-mail: isi31416@protonmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9210-0399>

Walkimar A. da C. Júnior e-mail: walkimarcosta@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8989-7966>

Mirian A. C. Crapez e-mail: miriancrapez@id.uff.br; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3519-0628>

Running head: Impacts of a dumpsite in a mangrove

Academy Section: Biogeochemistry

ABSTRACT

The management of solid waste is one of the challenges of large urban centers. The Itaoca dump in São Gonçalo, Brazil, has existed for 28 years in the mangrove region. This experiment assessed environmental liability through a sedimentary profile collected from an adjacent channel. Samples were quantified for total organic carbon, biopolymers, and metals' total and available fractions (Al, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Hg, Cd, Pb, and Zn), serving as descriptors of the trophic status. Sedimentation rates determined the geochronology. The contents of organic matter, total organic carbon, and lipids increased significantly after the dump's closure and decreased for proteins and carbohydrates. The Enrichment factor (EF) classified cobalt, nickel, chromium, aluminum, iron, manganese, and vanadium as derived from natural sources. The Geo Index (I_{geo}) determined these metals amounts as non-polluting concentrations. The I_{geo} for cadmium and copper was classified as moderate to highly contaminated; for lead and mercury, as moderately polluted, and zinc as not polluted. Fe, Cd, Cu, Pb, Hg, and Zn were considered anthropogenic metals. Due to the untreated leachate, these pollutants continued to rise even after the dump deactivation, indicating that future management plans must include a dump's remediation strategy.

Keywords: Dump; geochemical index; geochronology; mangrove; metals; sediment.

INTRODUCTION

Municipal solid waste is an inevitable by-product of human activity and is linked to population growth and economic development. It is generated from human settlements, industries, commercial activities, and waste from hospitals and clinics (SINGH et al. 2011). Unfortunately, most cities do not treat these wastes correctly, resulting in socio-environmental and economic problems (PATTNAIK and REDDY 2010), changes in the physical and chemical properties of the soil (SMITH, HOPMANS, and COOK 1996), and changes in the landscape (ODUM 2004).

In Guanabara Bay's northwest region, a dump was installed (1976) in a mangrove area close to the Imboaçu tide channel, a region bordering the Guapimirim Environmental Protection Area (AMADOR 2013). This area received more than 1,200 t / day of domestic waste for 28 years, according to the “Sistema Nacional de Informações Sobre Gestão de Resíduos Sólidos” (SINIR 2010), being deactivated at the end of 2012, in compliance with the “Política Nacional de Resíduos Sólidos” Law N° 12.305, of 8/8/2010 (PNRS 2010). In this mangrove, Cd was already associated with carbonates (FARIAS et al. 2007). The Cd was also linked to carbonate, a readily mobile fraction on Eagle Island, suggesting the toxic leachate's origin from municipal waste deposited in the dump (AIGBER and NUMBERE 2019).

Mangroves are a depositional ecosystem, which obeys hydrodynamic flows and responds to geomorphological, sedimentary, and oceanographic processes that control the landscape's evolution (ADAME et al. 2010). Mangroves represent 0.7% of forests, produce $168 \pm 36 \text{ g. C m}^2 / \text{year}$ store 49-98% of carbon, thus mitigating climate change (BREITHAUPT et al. 2012). This ecosystem offers a wide variety of ecosystem services, including fishing, fiber production, sediment regulation, and protection against storms/tsunamis (ALONGI, 2010; TAILLARDAT et al., 2018). However, its deforestation generates 0.02 - 0.12 Kg. Carbon/ year, which is equivalent to 10% of the global deforestation emissions (DONATO et al. 2011; GIRI

et al. 2011). Despite its value, the expansion of aquaculture, deforestation, and this ecosystem's use as a landfill, mangroves continue to decline sharply (L. MILHOME et al. 2018).

The predominance of mangroves in tropical, humid, and coastal regions makes this ecosystem vulnerable to anthropogenic action, serving as solid waste disposal without a minimum infrastructure inherent to a landfill (GUERRERO, MAAS, and HOGLAND 2013). This practice negatively impacts the mangrove's health contaminating sediments with toxic substances, such as metals (NUMBERE & CAMILO, 2016).

Concentrations of Cu, Zn, and Pb in mangrove sediments used as dumps in Brazil, reported levels above CONAMA Resolution 430/2009 (L. MILHOME et al. 2018). In Pakistan, higher Pb, Cu, Ni, Cr, and Zn concentrations were found in dump sediment, except for Cd, which had a higher concentration in the control sample (ALI et al. 2014).

The Itaoca Environmental Protection Area (Itaoca EPA) was created recently, already having environmental liabilities because of solid urban waste dumping. For implementing a future management plan, actions must be taken, such as studies on the metals contained in the mangrove sediment. MOUHOUN-CHOUAKI et al. (2019) reported significant physicochemical changes (e.g., granulometry, organic matter, and metal content) in a sedimentary column taken from a dump.

This work aimed to investigate the distribution of lithogenic and anthropogenic metals, organic matter, organic carbon, and biopolymers obtained from a sedimentary column in the newly created Itaoca EPA, used as a dumpsite for 28 years. These variables were contextualized by the geochronology, grouped by the dump's activity status, and then tested for the main components that determined these groups.

MATERIALS AND METHODS

The Island of Itaoca, located in the northwest of the Guanabara Bay in Rio de Janeiro state (Brazil, **Figure 1**), has a 7 km² area, the second largest island (AMADOR, 2013).

It receives both the influence of Guanabara bay waters and the Imboaçú hydrographic basin, draining part of the central region of São Gonçalo. The Imboaçú channel is responsible for the mangroves' hydrodynamics and has received all the leachate from the Itaoca dump since 1976. The sampling was carried out downstream of the Imboaçú channel (22°46'30.00" S; 43°02'52.56" W, Datum WGS84), where an 82 cm sedimentary column was obtained, using a PVC tube of 100 mm in diameter, fractionated every 2 cm and stored in plastic bags until the laboratory analysis (**Figure 1**).

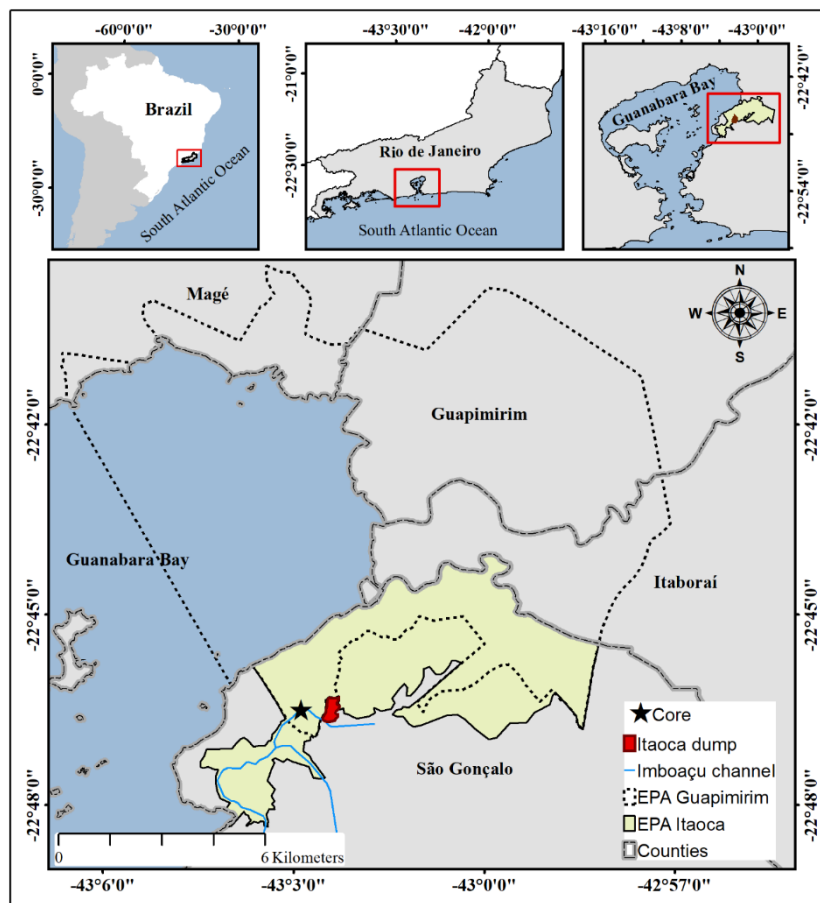


Figure 1 - Study area map – Core location, Itaoca dumpsite, Environmental Protection Area (EPA) of Itaoca and Guapimirim, and the Imboaçú channel. The map was created based on IBGE map layers and designed with the ArcMap software.

CHEMICAL ANALYSIS

Organic Matter (OM)

The organic matter (OM) quantification was gravimetrically performed using the calcination method at 450 °C (BYERS, MILLS, and STEWART 1978). Biopolymers such as proteins (PRT), carbohydrates (CHO), and lipids (LPD) were quantified as follows: The protein was determined from extraction with NaOH (0.5 M, four h), according to HARTREE (1972) and modified by RICE (1982) to compensate for phenol interference. The results were expressed as albumin equivalents. Carbohydrates were analyzed according to GERCHAKOV & HATCHER (1972) and expressed as glucose equivalents. Lipids were extracted by direct elution with chloroform and methanol and analyzed according to MARSH & WEINSTEIN (1966). Lipid concentrations were reported as tripalmitin equivalent. Carbon equivalent concentrations (mg C / g) were converted from the factors of 0.49 (PRT), 0.40 (CHO), and 0.75 (LPD). Biopolymeric carbon (BPC) was defined as carbon equivalents (FABIANO, DANOVARO, and FRASCHETTI, 1995).

The determination of Total Organic Carbon (TOC) was done according to ASTM D 4239 (American Society for Testing and Materials - ASTM, 2008) and NCEA-C-1282 (SCHUMACHER 2002).

Metals

The metals Cobalt (Co), Nickel (Ni), Chromium (Cr), Aluminum (Al), Iron (Fe), Manganese (Mn), Vanadium (V), Cadmium (Cd), Zinc (Zn), Lead (Pb), Copper (Cu), and Mercury (Hg) were determined from the sediments' fraction > 63 µm. A certified reference material (Enviromat - ASP Science - Soil contaminated - SS - 2) served to define the method's efficiency, based on retrieving results in this matrix. The strongly bounded fraction was extracted according to the USEPA 3050b methodology (USEPA 1996), and the Hg was

processed separately by acid extraction and KMnO_4 5% in a water bath at 60°C (VIEIRA and PASSARELLI 1996).

The bioavailable fraction was cold extracted with 0.1 N HCl for 16 hours and filtered by gravity with slow flow quantitative paper filters (WEI, YANG, and LEE 2005), except for Hg, which had no bioavailable fraction. The quantification of Total Hg was performed by dedicated atomic absorption spectrometry cold vapor for Hg (Perkin Elmer® FIMS 400, Flow Injection Mercury System) and the other metals by Optical Emission Spectrometry with Inductively Coupled Plasma (ICP-OES Optima 8300 / Perkin Elmer).

The results of the analytical control (n=3) for the metal determinations showed an average efficiency of 99.71%, with the lowest recovery for Co (90.25%) and the highest for Fe (119.37%), **Table 1**.

Table 1 - Accuracy of metal analysis. Certified values, measured values (mg.Kg^{-1}), and recovery rates of the reference material (Enviromat - ASP Science - Soil contaminated - SS - 2).

Metal	CRM values (EPA 3050)		Measured values (n=3)		Recovery (%)
	Mean	Range	Mean	Range	
Al	1,3265	12,114 – 14,416	12,392.05	12,216.32 – 12,497.84	93.42
V	34	31 - 37	32.92	32.20 – 33.54	96.83
Cr	34	30 - 38	33.44	31.51 – 34.61	98.35
Mn	457	433 - 481	441.00	427.31 – 456.94	96.50
Fe	21,046	19,597 – 22,495	25,122.47	24,302.10 – 25,943.31	119.37
Co	12	11 – 13	10.83	10.67 – 11.15	90.25
Ni	54	50 – 58	49.71	48.10 – 51.14	92.06
Cu	191	182 - 200	194.99	191.16 – 203.63	102.09
Hg	0.28	-	0.295	0.290 – 0.301	105.00
Cd	2	-	2.21	2.19 – 2.44	113.42
Pb	126	116 - 136	115.69	111.32 – 124.16	91.82
Zn	467	444 - 490	454.76	419.88 – 496.10	97.38

GEOCHEMICAL INDEX

The geochemical indices described below were used to obtain the degree of contamination and primary source of multiple sediment elements (SOARES-GOMES et al. 2016; ABREU et al. 2016; MONTE et al. 2018).

Geoaccumulation Index

The Geoaccumulation Index (I_{geo}) estimates the contamination degree of the sediment based on natural concentrations (ABREU et al. 2016), where:

< 0 = background level

0 - 1 unpolluted

1 - 2 unpolluted to moderately polluted

2 - 3 moderately polluted

3 - 4 moderately to strongly polluted

4 - 5 strongly polluted

5 extremely polluted

$$\mathbf{Log2} \left(\frac{C_n}{1,5 B_n} \right)$$

C_n = Sedimentary Concentration of a measured metal;

1,5 Factor the background matrix;

B_n = Baseline value or reference;

Enrichment Factor

The enrichment factor (FE) is used to define whether the studied element is derived from natural or anthropogenic sources (ABREU et al. 2016). The classification is as follows:

0.5 > FE < 1.5 derived from natural or lithogenic sources

1.5 > FE < 2.0 mainly derived from natural processes or lithogenic sources

2.0 > FE < 5.0 moderate portions are derived from unnatural processes

5 > FE < 20 significant portions are derived from anthropogenic sources

FE > 20 high portions are derived from anthropogenic sources

$$FE = \frac{\left(\frac{C_{\text{metal}}}{Al} \right) \text{ Concentration metal}}{\left(\frac{C_{\text{metal}}}{Al} \right) \text{ Background}}$$

The background values used to calculate the indexes mentioned above (FE and I_{geo}) were defined from the literature (BIRCH 2017). The concentrations below these values were considered pre-operational (**Table 2**) due to the heterogeneity of the sources of contamination in Guanabara Bay's sediment and the lack of data in the studied area (MOREIRA et al. 2021).

Table 2 - Metal concentrations used as background to calculate the EF and I_{geo} indexes.

	Background	Pre-operational	Reference
V	24.3 ± 3.1	13.94 ± 1.70*	MONTEIRO et al. 2012
Cr	30 - 49	22.49 ± 3.77*	BAPTISTA NETO et al 2000; FONSECA et al. 2014
Mn	117 ± 54	137 ± 47.68	FONSECA et al. 2014
Fe	2.1 ± 1	3.09 ± 7.83	FONSECA et al. 2014
Co	4.6 ± 0.2	3.63 ± 0.39*	MONTEIRO et al. 2012
Ni	8.3 - 27	5.69 ± 0.36*	MONTEIRO et al. 2012; FONSECA et al. 2014
Cu	2.4 - 5.6	6.50 ± 1.48	REBELLO et al. 1986; MACHADO et al. 2002; MONTEIRO et al. 2012
Hg	0.035 - 0.7	0.04 ± 0.01	MACHADO et al. 2002; FONSECA et al. 2014
Cd	0.02	0.04 ± 0.02	FONSECA et al. 2014
Pb	3.6 - 24.4	11.73 ± 1.09*	FONSECA et al. 2014
Zn	54 - 70.2	25.26 ± 2.03*	MACHADO et al. 2002; MONTEIRO et al. 2012; FONSECA et al. 2014

All concentrations are expressed in $mg.kg^{-1}$, except Fe, which is expressed in % value.

* Pre-operational - concentrations below the background values.

STATISTICAL ANALYSES

The presence of outliers was checked using the Grubs test. The normality of the data was tested using the Kolmogorov-Smirnov (K-S), and the homoscedasticity (homogeneity of the variances) was tested using Levene's test. For all these tests, the confidence level was set at 95% ($p < 0.05$).

The analysis of variances (ANOVA) was carried out to test the significance of the differences between the concentrations of metals and biopolymers from the sediment profile,

followed by the Turkey HSD test (modified for unequal sample sizes). This analysis was performed through the bioavailable percentage of metals, where:

$$\text{bioavailable metal} = (\text{labile metal} * 100) / \text{total metal}.$$

The Principal Components Analysis (PCA) was carried out, considering the results obtained through ANOVA, retaining only the variables with significant difference ($p < 0.05$) between the operation status of the dump (before, during, and after). The PCA was loaded based on a correlation matrix (Pearson Correlation). The correlations explanation considered components showing eigenvalues greater than 1 and the cases presenting squared cosine greater than 0.4. The statistical analyzes described above were performed with the software Statistica v13.5 (Data Science, TIBCO).

RESULTS AND DISCUSSION

SEDIMENTATION RATES AND GEOCHRONOLOGY

Sedimentation rates in the northwest of Guanabara Bay and areas close to the Itaoca EPA suggest a depositional increase due to the hydrographic basin's human occupation. GODOY et al. (1998), when analyzing the activity of ^{210}Pb in a 48 cm sedimentary column, near to São Gonçalo coast, concluded that the first 21 cm had a sedimentation rate of 1.50 cm \pm 0.1 / year; between 21-36 cm the sedimentation rate was 0.50 cm \pm 0.05 / year, and then it was 0.26 cm \pm 0.02 / year.

MONTEIRO et al. (2012) showed that Guanabara Bay had a sedimentation rate of 0.42 cm/year before the 1950s and higher than 0.77 cm/year after that date. FIGUEIREDO et al. (2014) presented a more detailed study of a profile also in the nearby region, establishing a rate of 0.14 cm/year before 1910, changing to 0.49 cm/year until the 50s, rising to 0.60 cm/year until 1993 and, higher than 1.25 cm/year after that. The comparative analysis between the linear equation of the sedimentation rates (**Figure 2**) and the date of implementation of the dump determined that those of FIGUEIREDO et al. (2014) had a better relationship with the above-

mentioned environmental liability. Thus, it was assumed that the first 12 cm of the sedimentary column corresponds to the dump's deactivation period (2012); from 12.1 cm to 42 cm corresponds to the active period (1976 - 2012); and below 42.1 cm of the sedimentary column corresponds to the period before the dump implementation, **Figure 3**.

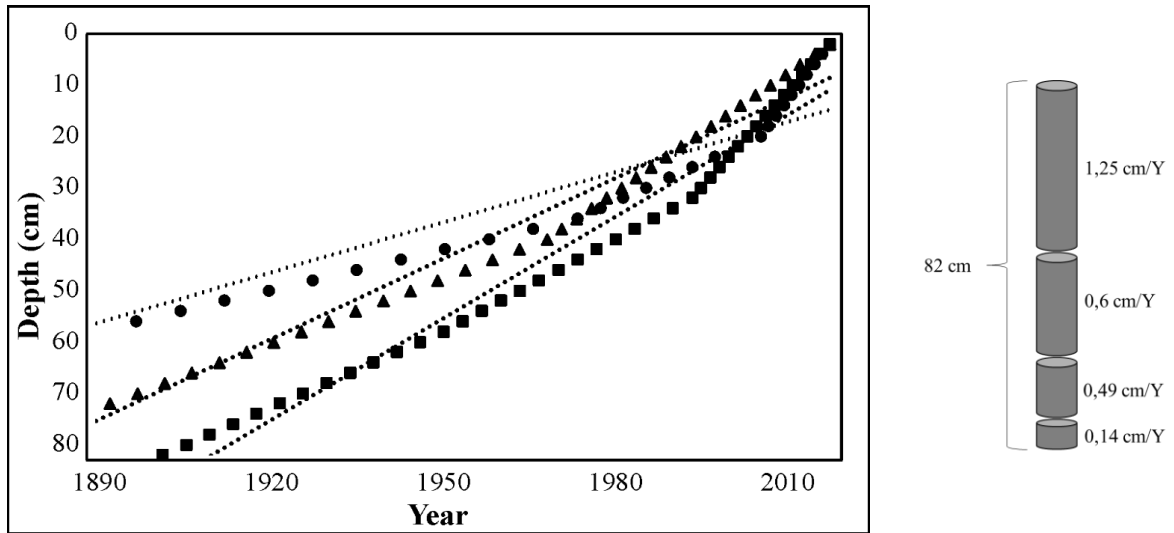


Figure 2 - Linear equation of the sedimentation rates according to the literature. **Dots** - GODOY et al., 1998 ($y = -0.3252x + 671.02$; $R^2 = 0.9572$). **Triangles** - MONTEIRO et al., 2012 ($y = -0.5213x + 1060.6$; $R^2 = 0.9798$). **Squares** - FIGUEIREDO et al., 2014 ($y = -0.6597x + 1342.1$; $R^2 = 0.971$).

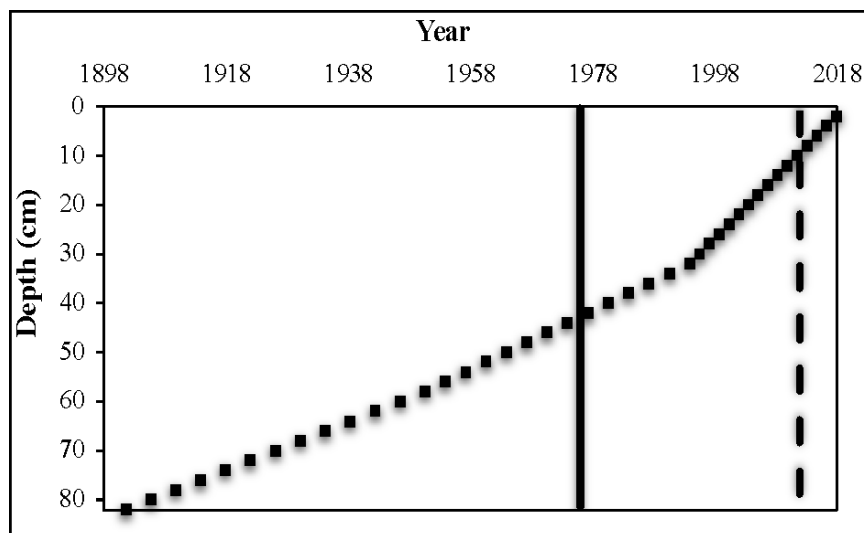


Figure 3 - Geochronology proposed by FIGUEIREDO et al. (2014) applied to the sedimentary column obtained from the Imboaçú channel, subject to the Itaoca dump's effects. **Solid line** – dump implementation period. **Dashed line** – dump deactivation period.

ORGANIC MATER, BIOPOLYMERS, AND TOTAL ORGANIC CARBON

The average percentage of OM was 12.44 (\pm 5.82% SD). The highest percentage was obtained at 10 cm depth (27.96%), corresponding to the dump's closure year (2012). The average values before (1902-1976) and during (1976-2012) the dump activities were 8.11 (\pm 0.88% SD) and 15.54 (\pm 5.57% SD), respectively. The ANOVA (**Figure 4a**) showed that these variations were significantly different, ($F_{2,38} = 44.551$; $p = .00000$). The highest percentage of organic matter (first 30 cm sedimentary columns) reported for the Suruí mangrove was 8.4% (FONTANA et al. 2010), and the range (30 cm sedimentary columns) found in the Guanabara Bay was 0.59 - 8.0% (SILVA et al. 2011). The results indicated that Guanabara Bay's mangrove sediments have, on average, 8.0% of organic matter content.

The biopolymers (lipids – LPD, proteins - PRT, and carbohydrates - CHO) represent the sedimentary organic matter's labile fraction (DELL'ANNO et al. 2002). The mean LPD value in the sedimentary column was 2.35 mg.g^{-1} (\pm 1.13 SD). The mean value before dump (1902-1976) was 1.43 mg.g^{-1} (\pm 0.31 SD), and during (1976-2012) were 2.81 mg.g^{-1} (\pm 1.14). The Analysis of Variance (ANOVA) considered these samples significantly different ($F_{2,38} = 44.993$; $p = .00000$), **Figure 4b**.

The mean PRT value in the sedimentary column was 3.70 mg.g^{-1} (\pm 0.85 SD). The mean values before the dumping activity (1902-1976) and during the dump (1976-2012) were 4.33 mg.g^{-1} (\pm 0.48 SD) and 3.18 mg.g^{-1} (\pm 0.68 SD), respectively. The ANOVA showed that the variation between these periods was significantly different ($F_{2,38} = 10.666$; $p = .00021$). After the dump's closure, the average value was 2.80 mg.g^{-1} (\pm 0.64 SD), **Figure 4c**.

The average CHO value in the sedimentary column was $0.75 \pm 0.13 \text{ mg.g}^{-1}$. Before and during the dump activity, it was $0.83 \pm 0.09 \text{ mg.g}^{-1}$ (1902-1976), and $0.67 \pm 0.11 \text{ mg.g}^{-1}$ (1976-2012), respectively ($F_{2,38} = 10.997$; $p = 0.00017$). After the dump closure, an average value of $0.67 \pm 0.17 \text{ mg.g}^{-1}$ was found (**Figure d**).

PRT / CHO > 1 indicated that the organic matter is not detrital and has nutritional value with nitrogen content. The leachate generated in open dumpsites contains high concentrations of organic carbon, ammonia, chloride, fluoride, ammonium-nitrogen, and metals (TORRETTA et al. 2017). The contents of biopolymers in the Itaoca dump were lower than those obtained in superficial sediment in Guanabara Bay, Brazil (SABADINI-SANTOS et al. 2014; SILVA et al. 2017).

The biopolymeric carbon (BPC) had an average value of 3.87 ± 0.76 m C. g⁻¹, and it constitutes the bioavailable carbon for the benthic community ($F_{2,38} = 21.792$; $p = 0.00000$), **Figure 4e**. Proteins are more labile and represent the primary nitrogen source for benthic organisms, whereas the carbohydrate pool consists mainly of refractory compounds characterized by low degradation rates (DELL'ANNO et al. 2002; VEZZULLI and FABIANO 2006). Comparing the biopolymers' content in the Itaoca dump with those also obtained in mangroves from six estuaries in north-eastern Brazil, it was stated that the first had higher concentrations of biopolymers (SILVA et al. 2017).

The sediments represent a "record" of processes in the water column and final storage for the autochthonous and allochthonous organic matter (FABIANO et al 1995). Therefore, extending the concept of organic supply described by NIXON (1995), we can assume that organic matter's concentration and composition are essential indicators of marine environments' trophic state (FABIANO 1995; TSELEPIDES et al. 2000). In fact, due to the conservative nature of sedimentary organic carbon, changes in the trophic state of sediments may be more evident in terms of organic matter composition (e.g., PRT / CHO) than in terms of organic matter/carbon concentration (FABIANO, 1995; DANOVARO et al. 1999). According to DELL'ANNO et al. (2002), it was defined that the use of the biochemical composition of organic matter in sediments can be considered a valuable and sensitive tool for the classification of the trophic state of coastal marine systems. Thus, sediments with high PRT / CHO may

indicate eutrophic conditions (DELL'ANNO et al. 2002; VEZZULLI and FABIANO 2006; Silva et al. 2017).

The total organic carbon corresponded to 55% of the organic matter. The average percentage in the sedimentary column was $6.75 \pm 2.73\%$. Before and during the dump activity, the average percentage was $4.61 \pm 0.50\%$ (1902-1976) and $8.30 \pm 2.40\%$ (1976-2012), respectively ($F_{2,38} = 44.551$; $p = 0.00000$) **Figure 4f**. After the dump's closure, the average values of TOC and LPD reached values of 20.93% and $4.95 \pm 0.30 \text{ mg.g}^{-1}$, respectively. These increases suggest that the leachate collection basins, implemented since 2005, favored the drainage of particulate and dissolved materials into the mangrove. The levels of organic carbon in the Itaoca dump were higher than those obtained in Guanabara Bay, Brazil, and in mangroves located in six estuaries in north-eastern Brazil (SABADINI-SANTOS et al. 2014; SILVA et al. 2017).

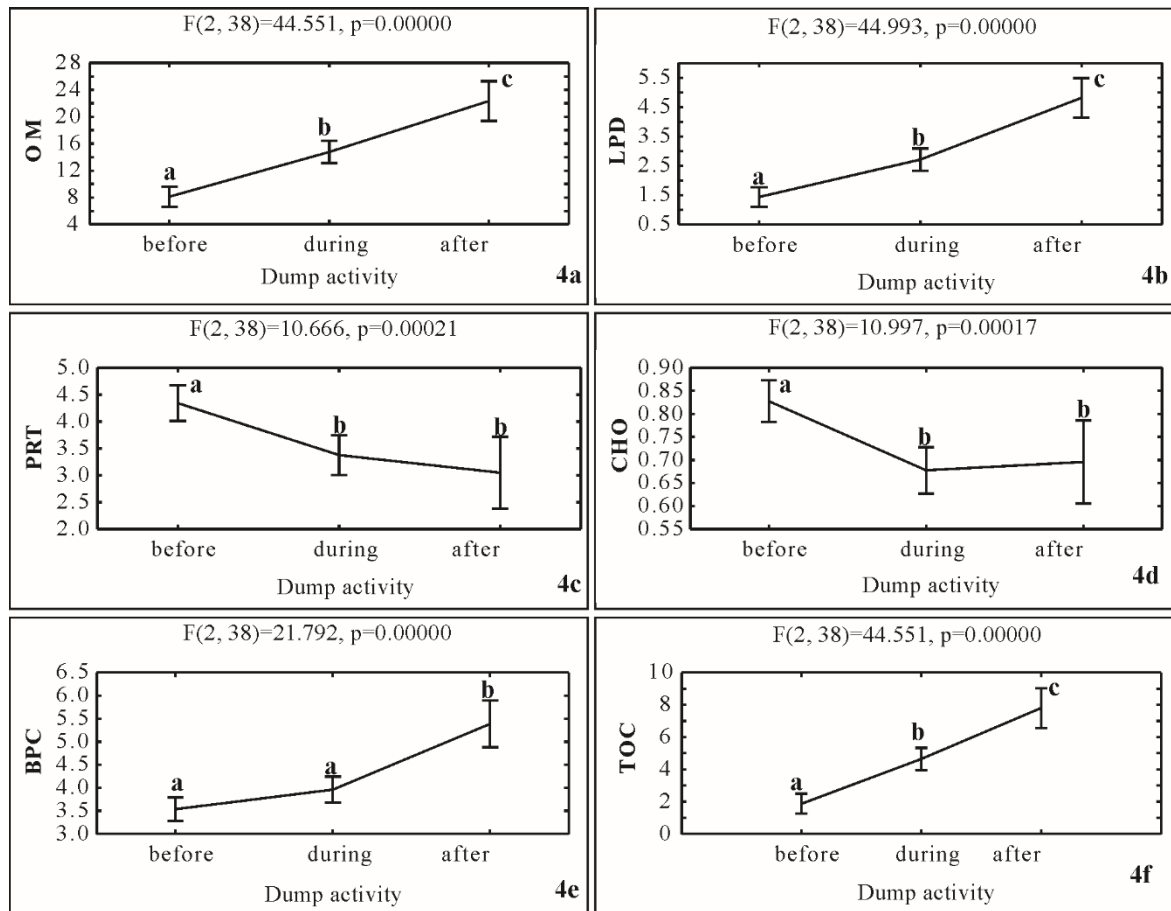


Figure 4 - Analysis of Variance comparing the periods related to the operation status of the Itaoca dump (before, during, and after). **4a)** Organic Matter – OM %; **4b)** Lipids - LPD mg.g^{-1} ; **4c)** Proteins - PRT mg.g^{-1} ; **4d)** Carbohydrates - CHO mg.g^{-1} ; **4e)** Biopolymeric carbon - BPC m C.g^{-1} ; and **4f)** Total organic carbon – TOC %. Whiskers – 95% confident interval; connecting line – mean values; F (degree of freedom) = statistic result and significance. Different letters marked for bars represent significant differences ($p < 0.05$) through the Turkey HSD *post hoc* test.

Mangroves are naturally eutrophicated environments due to their large amounts of dissolved and particulate organic matter. Sediments are constituted by soil erosion and the decomposition of plants and estuarine animals. This ecosystem is subject to tidal cycles, fluvial and groundwater variability, and physicochemical gradients (e.g., salinity, redox potential, pH, and sediment remobilization), MACHADO et al., 2016. In mangrove sediment, the pH ranges from 4.55 to 5.74, with an average value of 5.16 ± 0.42 (AIGBER and NUMBERE 2019).

For 28 years, the Itaoca EPA region was used as a dump. A dump covers a wide range of unregulated environmental practices, and it produces secondary pollutants such as odors, leachate, and greenhouse gases. Thus, it promotes microbial biogeochemistry changes, affecting soil, water, air, and human health (CROWTHER et al. 2019). Leachate is the liquid effluent produced by the interaction between microbial decomposition and percolated shallow water, generating many organic, inorganic, and heavy metal elements (TAMRU and CHAKMA 2016; TORRETTA et al. 2017). After closing, the system continues producing pollutants leached by 30 to 50 years (TAMRU and CHAKMA 2015).

Despite using the Itaoca mangrove as a solid waste dumpsite over 28 years, I_{geo} classified aluminum, vanadium, chromium, manganese, iron, cobalt, and nickel in the total fraction as being lithogenic metals, **Table 3**.

METALS' TOTAL FRACTION

In the total fraction, the average aluminum value was $16,414.44 \pm 1,660.29 \text{ mg.kg}^{-1}$. The average values before, during, and after the Itaoca dump's closure were $16,862.57 \pm 1,412.69 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1902-1976), $16,116.81 \pm 1,790.50 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1976-2012), and $14,421.43 \pm 602.30 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively.

Vanadium had an average value in the total fraction of $16.62 \pm 3.20 \text{ mg.kg}^{-1}$. The average values before, during, and after the closure of the Itaoca dump activity were $14.01 \pm 1.70 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1902-1976), $18.95 \pm 2.25 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1976-2012), and $19.76 \pm 1.37 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively. The only known source for Guanabara Bay is the Duque de Caxias oil refinery in the northwest, opposite the São Gonçalo city (AMADOR 2013).

Chromium had an average value in the total fraction of $22.49 \pm 3.77 \text{ mg.kg}^{-1}$. The average values before, during, and after the closure of the Itaoca landfill activity were $25.10 \pm 1.63 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1902-1976), $20.71 \pm 3.71 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1976-2012), and $17.78 \pm 1.82 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively.

Manganese had an average value in the total fraction of $134.64 \pm 45.66 \text{ mg.kg}^{-1}$. The average values before, during, and after the closure of the Itaoca dump activity were $139.24 \pm 47.43 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1902-1976), $136.24 \pm 49.75 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1976-2012), and $111.12 \pm 8.75 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively.

Iron had an average value in the total fraction of $31,214.50 \pm 8,484.48 \text{ mg.kg}^{-1}$. The average values before, during, and after the Itaoca dump's closure were $31,052.90 \pm 7,669.14 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1902-1976), $34,549.74 \pm 9,859.83 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1976-2012), and $26,743.33 \pm 4,530.93 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively.

Cobalt had an average value in the total fraction in the sedimentary column of $3.67 \pm 0.56 \text{ mg.kg}^{-1}$. The mean values before, during, and after the closure of the Itaoca dump was $3.66 \pm 0.41 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1902-1976), $3.74 \pm 0.76 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1976- 2012), and $3.53 \pm 0.41 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively.

Nickel had an average value in the total fraction in the sedimentary column of $5.67 \pm 0.50 \text{ mg.kg}^{-1}$. The mean values before, during, and after the closure of the Itaoca dump were $5.71 \pm 0.36 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1902-1976), $5.64 \pm 0.69 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1976-2012), and $5.57 \pm 0.29 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively (**Figure 5**). Concentrations in mangrove sediment in the Guapimirim EPA were 12 mg.kg^{-1} (MACHADO et al. 2002) and 27 mg.kg^{-1} (BAPTISTA NETO et al 2000).

Table 3 - Total metal mean concentrations (mg.kg^{-1}), I_{geo} , and FE for the periods related to the operation status of the Itaoca dump (before, during, and after).

Dump		Al	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
Before	Mean \pm	16,862.57 \pm	14.01 \pm	25.10 \pm	139.24 \pm	31,052.90 \pm	3.66 \pm	5.71 \pm
	SD	1,412.69	1.70	163	47.43	7,669.14	0.41	0.36
	I_{geo}	-	0.2	0.2	0.21	0.30	0.16	0.2
	FE	-	1.1	1.0	1.2	1.5	0.80	1.0
During	Mean \pm	16,116.81 \pm	18.95 \pm	20.71 \pm	136.24 \pm	34,549.74 \pm	3.74 \pm	5.64 \pm
	SD	1,790.50	2.25	3.71	49.75	9,859.83	0.76	0.69
	I_{geo}	-	0.4	0.25	0.35	0.50	0.24	0.3
	FE	-	1.3	1.2	1.2	1.6	0.80	1.0
After	Mean \pm	14,421.43 \pm	19.76 \pm	17.78 \pm	111.12	26,743.33 \pm	3.53 \pm	5.57 \pm
	SD	602.03	1.37	1.82	\pm 8.75	4,530.93	0.39	0.29
	I_{geo}	-	0.44	0.21	0.29	0.39	0.23	0.29
	FE	-	1.5	1.4	0.9	1.3	0.77	1.0

The average values in the total fraction of copper, cadmium, lead, and zinc classified these metals as environmental pollutants because, according to I_{geo} , they are of anthropic origin (**Table 4**). Mercury also received an identical classification, quantified only in the total fraction.

Copper had an average value in the total fraction in the sedimentary column of $17.12 \pm 13.41 \text{ mg.kg}^{-1}$. The average values before, during, and after the Itaoca dump's closure were $6.52 \pm 1.45 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1902-1976), $25.04 \pm 12.74 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1976-2012), and $34.16 \pm 2.26 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively. In mangrove sediments not impacted anthropically, the copper concentration in the total fraction was 4.23 mg.kg^{-1} (BARBOSA et al. 2015).

Mercury had a total mean value in the sedimentary column of $0.09 \pm 0.07 \text{ mg.kg}^{-1}$. The average values before, during and after the closure of the Itaoca dump were $0.04 \pm 0.01 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1902-1976), $0.13 \pm 0.06 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1976-2012), and $0.19 \pm 0.03 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively. REBELLO et al. (1986), suggested 0.035 mg.kg^{-1} as a natural value for superficial sediment in Guanabara Bay.

Cadmium had a mean total value in the sedimentary column of $0.15 \pm 0.13 \text{ mg.kg}^{-1}$. The average values before, during and after the closure of the Itaoca dump were $0.04 \pm 0.02 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1902-1976), $0.22 \pm 0.11 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1976-2012), and $0.33 \pm 0.04 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively.

In the total fraction from the sedimentary column, the lead had a mean value of $12.20 \pm 1.74 \text{ mg.kg}^{-1}$. The mean values before, during, and after the dump were closed was $11.75 \pm 1.09 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1902-1976), $12.66 \pm 2.16 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1976-2012) $12.51 \pm 2.30 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively. Mangrove in Pará / Brazil, sediments not anthropogenically impacted, lead concentration was 7.36 mg.kg^{-1} (BARBOSA et al. 2015).

Zinc had an average value in the total fraction in the sedimentary column of $51.46 \pm 25.81 \text{ mg.kg}^{-1}$. The average values before, during, and the closure of the Itaoca dump were $25.50 \pm 2.03 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1902 - 1976), $54.08 \pm 16.13 \text{ mg.kg}^{-1}$ (1976 - 2012), and $75.63 \pm 8.09 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively.

Table 4: Total metal mean concentrations (mg.kg^{-1}), I_{geo} , and FE for the periods related to the operation status of the Itaoca dump (before, during, and after).

Dump		Cu	Hg	Cd	Pb	Zn
	Mean \pm SD	6.52 ± 1.45	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.02	11.75 ± 1.09	25.50 ± 2.03
Before	I_{geo}	0.48	0.24	0.42	0.66	0.20
	FE	2.4	1.2	2.1	3.3	1.0
	Mean \pm SD	25.04 ± 12.74	0.13 ± 0.06	0.22 ± 0.11	12.66 ± 2.16	54.08 ± 16.13
During	I_{geo}	2.79	1.16	3.24	1.06	0.64
	FE	9.3	3.8	10.8	3.5	2.1
	Mean \pm SD	34.16 ± 2.26	0.19 ± 0.02	0.33 ± 0.04	12.51 ± 2.30	75.63 ± 8.09
After	I_{geo}	3.81	1.65	4.68	1.05	0.9
	FE	12.7	5.5	16.6	3.5	3.0

Biodegradation of municipal waste solids occurs in three phases that can last for about 15 years. The first phase is microbial aerobic degradation, releasing large amounts of carbon dioxide and hydrogen. In the second phase, lasting up to five years, acetogenic microorganisms

hydrolyze and ferment complex carbohydrates and other substances, producing volatile acids and nitrogen products. The organic matter produced is biodegradable, rich in inorganic components, and with a pH between 5.0-6.0. The third phase is also characterized by anaerobic microbial metabolism, with methane production and alkalization of the environment (pH 6.0-8.5), YOUSUF et al. (2020). In the second phase, in addition to the pH drop, the anaerobic microbial metabolic processes produce sulfides, which cause the precipitation of inorganic cations, mainly heavy metals.

METALS' AVAILABLE FRACTION

Bioaccessibility is the operational definition of a metal mobilized to the pore water, remaining available and dependent on the environment's physical-chemical conditions. This fraction was named mobile fraction by BRUEMMER et al. (1986) and defined as the quantity of a heavy metal that has been dissolved or adsorbed exchangeable (GOPE et al. 2017). MCGEER et al. (2004) added that bioavailability includes bioaccessible metals, with potential distribution, metabolization, elimination, and bioaccumulation by a given organism. ISO/TC 190 working group defined that the available fractions are desorbed from the soil matrix, under predefined physicochemical conditions and in equilibrium with fractions dissolved in pore water (ISO 17402, 2008).

Lithogenic metals

Next, the concentrations of lithogenic metals in the available fraction are presented: aluminum, vanadium, chromium, manganese, cobalt, iron, and nickel.

Aluminum: showed concentrations before, during and after the closure of the dump of $1,056.05 \pm 73.90 \text{ mg.kg}^{-1}$, $1,339.89 \pm 117.33 \text{ mg.kg}^{-1}$, and $1,296.93 \pm 87.23 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively, significantly different ($F_{2,38} = 23.080$; $p = .00000$, **Figure 5a**). The available fraction had an average concentration of $1,181.40 \pm 154.95 \text{ mg.kg}^{-1}$, with a high lithogenic

contribution (AGUIAR et al. 2018; CORDEIRO et al. 2015). The total aluminum concentration in the soil depends on $\text{pH} \geq 5.5$ to maintain inorganic precipitates such as aluminosilicate clays and aluminum hydroxide minerals (KISNIERIENE and LAPEIKAITĖ 2015). During and after the dump's closure, there was an increase in aluminum availability carried to the mangrove by the leachate. Among the soluble metals, aluminum has the smallest ionic radius and high ionic charge, and its greater mobility occurs between $\text{pH} 4.0$ and 4.5 , with the formation of mononuclear species, such as hydroxylamine and soluble complexes with sulfates, hydroxyls, phosphates, silicates, and organic compounds (NEENU and KARTHIKA 2019).

Vanadium: The average values in the available fraction, before, during, and at the closure of the dump were $7.52 \pm 0.50 \text{ mg.kg}^{-1}$, $9.30 \pm 0.94 \text{ mg.kg}^{-1}$, and $9.65 \pm 0.50 \text{ mg.kg}^{-1}$. These samples were considered not significantly different, **Figure 5b**. After installing the dump, the availability of vanadium may be linked to its adsorption to organic matter and the (hydro) oxides of aluminum and iron (LARSSON et al. 2013). According to YANG et al. (2019), vanadium concentrations in China's mangrove sediments were above 80.00 mg.kg^{-1} , being considered lithogenic. In mangrove sediment not impacted anthropically, the vanadium concentration was 47.70 mg.kg^{-1} (BARBOSA et al. 2015).

Chromium: The average values in the fraction available before, during, and at the closure of the dump were $1.17 \pm 0.09 \text{ mg.kg}^{-1}$, $1.19 \pm 0.09 \text{ mg.kg}^{-1}$ and $1.42 \pm 0.18 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively, significantly different ($F_{2,38} = 18.830$; $p = .00000$), **Figure 5c**. Concentrations of up to 40.5 mg.kg^{-1} can be considered background for Guanabara Bay (FONSECA et al. 2014), confirming the I_{geo} and enrichment factor as natural in the Itaoca EPA. Chromium is found in the original minerals or co-precipitated with oxides and hydroxides of manganese, aluminum, and iron, which are adsorbed to soil particles or complexed with organic soil compounds (Hsu, LIU and TZOU 2015). The increase in this element's bioavailability may be related to the chromium unstable methylated species due to bacterial action, depending on the salinity

gradient. Methylation increases the toxicity and mobility of chromium, changing its affinity with organic matter (MACHADO et al. 2016).

Manganese: The average values of manganese available before, during and at the closure of the dump were $32.47 \pm 13.47 \text{ mg.kg}^{-1}$, $19.89 \pm 14.26 \text{ mg.kg}^{-1}$ and $15.51 \pm 3.47 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively, significantly different ($F_{2,38} = 37.892$; $p = .00000$) **Figure 5b**. Manganese is reduced, releasing adsorbed and co-precipitated metals, such as Co, Ni, Cr, Cd, Cu, Pb, and Zn. The low pH and Eh conditions can explain the loss of manganese availability during the dumping activity (ZWOLSMAN et al 1993). This release is amplified by sulfate, reduced to sulfides, which can complex metals and reduce mobility and toxicity (LU et al. 2014).

Cobalt: The average values in the fraction available before, during and at the closure of the dump were $1.37 \pm 0.37 \text{ mg.kg}^{-1}$, $0.81 \pm 0.53 \text{ mg.kg}^{-1}$ and $0.74 \pm 0.11 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively, significantly different ($F_{2,38} = 24.342$; $p = .00000$) **Figure 5e**. The average background concentration for sediment from Guanabara Bay is $4.6 \pm 0.2 \text{ mg.kg}^{-1}$ (MONTEIRO et al. 2012). At $\text{pH} < 5.0$, two moles of H^+ are released for each mole of cobalt adsorbed to manganese oxide, accumulating relatively high cobalt concentrations in the soil (LOGANATHAN et al 1977). This physicochemical process is initially rapid, followed by a slow phase, where Mn is released into the solution at the same rate as the cobalt was adsorbed. Over time, the adsorbed cobalt becomes more strongly bound to manganese oxides (WENDLING et al 2009).

Iron: The average values of iron in the fraction available before, during, and at the dump's closure were $1,693.05 \pm 746.71 \text{ mg.kg}^{-1}$, $2,102.22 \pm 483.82 \text{ mg.kg}^{-1}$, and $2,016.81 \pm 417.15 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively. These samples were considered not significantly different, **Figure 5f**. The I_{geo} went to an unpolluted area, and the enrichment factor pointed to natural or lithogenic sources (CORDEIRO et al., 2015; CARVALHO et al., 2018). The availability of iron in the dump was not significant, probably linked to deforestation and biodiversity loss. In mangrove sediments, the availability of iron can be abiotic through phenolic compounds (HINOKIDANI

and NAKANISHI 2019) or biotic through bacteria (for example, *Thiobacillum sp.*), the weathering factor (COLOMBO et al. 2014). The iron available in the mangrove sediment favors the growth of plants, whose tolerance limit is very high compared to other metals (ALONGI 2010).

Nickel: The average nickel values in the fraction available before, during and at the closure of the dump were $1.57 \pm 0.28 \text{ mg.kg}^{-1}$, $1.37 \pm 0.37 \text{ mg.kg}^{-1}$, and $1.45 \pm 0.16 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively, significantly different ($F_{2,38} = 4.0148$; $p = .02619$) **Figure 5g**. Values of 8.3 mg.kg^{-1} are considered background for the Guanabara Bay sediments (MONTEIRO et al. 2012). The I_{geo} calculated for this metal was for an unpolluted area, and the enrichment factor indicated natural or lithogenic sources. The dump significantly altered nickel availability. Nickel does not vary much depending on pH and Eh. However, organic matter's degradation exposes carboxylic and phenolic groups that adsorb nickel (MARCHAND et al. 2012). Under anoxic and sulfidic conditions, it preferably forms insoluble sulfides (DI TORO et al. 1990).

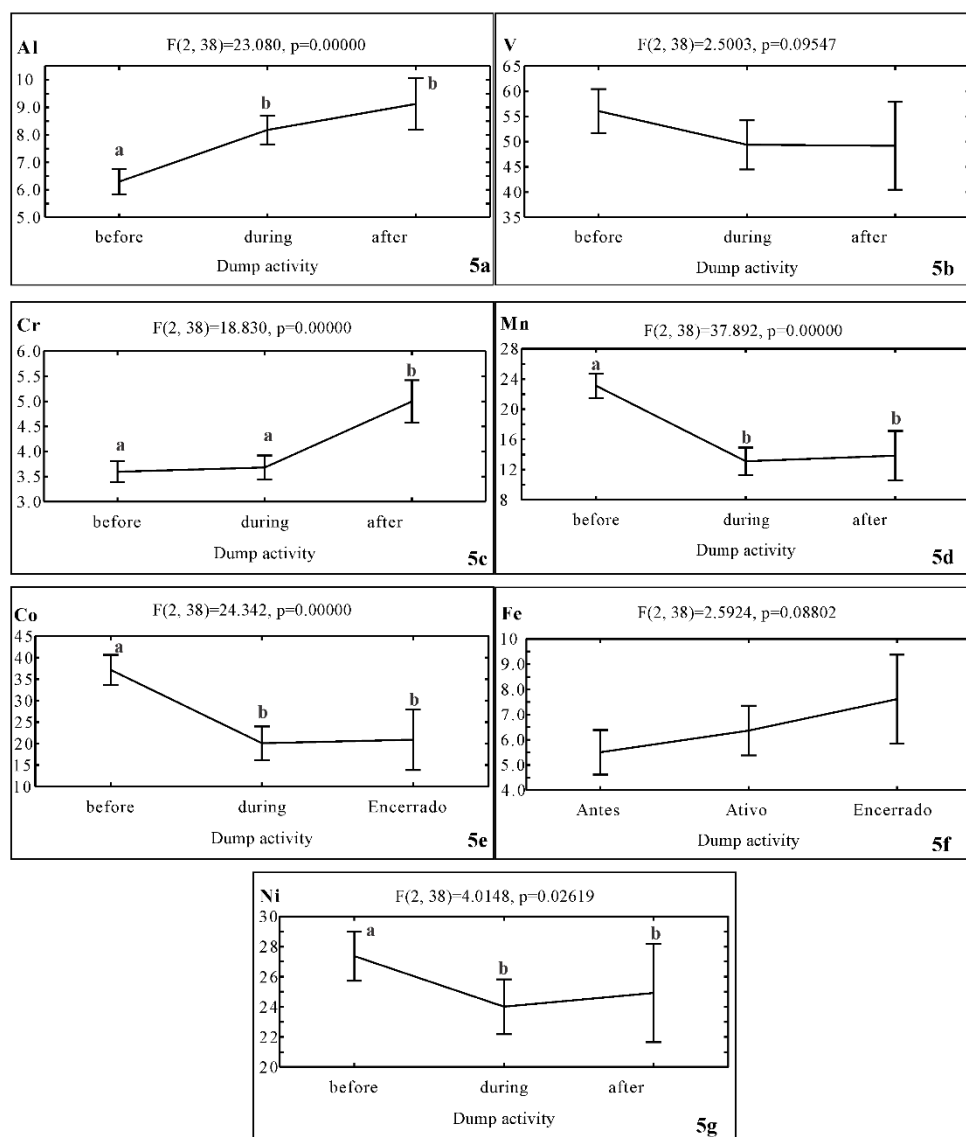


Figure 5 - Analysis of Variance comparing the periods related to the operation status of the Itaoca dump (before, during, and after) for the lithogenic metals in the available fraction. **5a)** Al – aluminum; **5b)** V – vanadium; **5c)** Cr – chromium; **5d)** Mn – manganese; **5e)** Co – cobalt; **5f)** Fe – iron; and **5g)** Ni – nickel. Values presented in bioavailable percentage; Whiskers – 95% confident interval; connecting line – mean values; F (degree of freedom) = statistic result and significance. Different letters marked for bars represent significant differences ($p < 0.05$) through the Turkey HSD *post hoc* test.

After the disposal of anthropic waste in the mangrove sediment, there is no control over the distribution of metals from various sources, such as batteries, lamps, electrical and electronic materials, building materials, and domestic solid waste. Leachate production depends on the solid waste nature, water content, and compaction degree (LEMA et al 1988). The organic and inorganic composition of the leachate depends on the eviction age (WDOWCZYK

et al 2020). During the 28 years of the dump's existence, there was no compaction of waste or waterproofing of the soil, facilitating leachate production. This process favored the infiltration of anthropogenic metals in the ground of the Imboaçu channel, where the sedimentary column was collected.

Anthropogenic metals

The following are the anthropogenic metals in the available fraction: copper, cadmium, lead, and zinc.

Copper: The average values of copper in the available fraction before, during and after the closure of the dump were $0.07 \pm 0.04 \text{ mg.kg}^{-1}$, $0.39 \pm 0.41 \text{ mg.kg}^{-1}$, and $1.96 \pm 1.50 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively, and significantly different: ($F_{2,38} = 17.824$; $p = .00000$), **Figure 6 a**. The value of 2.70 mg.kg^{-1} was considered a natural level for Guanabara Bay (MONTEIRO et al. 2012). The I_{geo} pointed to a moderate to heavily polluted area, and the enrichment factor suggested a significant portion of anthropogenic sources.

Cadmium: The average values of cadmium in the fraction available before, during and at the closure of the dump were $0.04 \pm 0.02 \text{ mg.kg}^{-1}$, $0.21 \pm 0.11 \text{ mg.kg}^{-1}$ and $0.31 \pm 0.02 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively, significantly different ($F_{2,38} = 13.671$; $p = .00003$), **Figure 6 b**. Natural value for Guanabara Bay was 0.02 mg.kg^{-1} (REBELLO et al. 1986). FONSECA et al. (2014) found average concentrations of non-detectable at 0.03 mg.kg^{-1} in the Guaxindiba River, Guanabara Bay. The I_{geo} pointed to a heavily polluted area, and the enrichment factor suggested a significant portion of anthropogenic sources. Despite the lower average values, cadmium is the priority pollutant because it is linked to carbonates (FARIAS et al. 2007; AIGBER and NUMBERE 2019), easily available, and linked to fossil fuel burning, municipal waste, and sewage (HUANG et al. 2016).

Lead: The average values of lead in the fraction available before, during and at the closure of the dump were $3.05 \pm 0.49 \text{ mg.kg}^{-1}$, $2.78 \pm 0.20 \text{ mg.kg}^{-1}$, and $3.86 \pm 0.60 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively and significantly different ($F_{2,38} = 6.591$; $p = .00349$), **Figure 6 c**. REBELLO et al. (1986) suggest 3.6 mg.kg^{-1} as a natural value for the superficial sediment of Guanabara Bay. The I_{geo} pointed to a moderately polluted area, and the enrichment factor suggested the origin of an unnatural process.

Zinc: The mean values of available zinc, before, during, and after the closure of the dump were $14.43 \pm 2.08 \text{ mg.kg}^{-1}$, $40.13 \pm 17.24 \text{ mg.kg}^{-1}$, and $54.78 \pm 5.11 \text{ mg.kg}^{-1}$, respectively, significantly different ($F_{2,38} = 10.314$; $p = .00026$) **Figure 6 d**. The I_{geo} pointed to an unpolluted area. The enrichment factor suggested the origin of an unnatural process, according to results from 22.21 mg.kg^{-1} to 31.33 mg.kg^{-1} for the Guapimirim EPA, Guanabara Bay (MACHADO et al. 2002). The high values of zinc availability can be explained by the irregular dumping of domestic sewage in this region (AZEVEDO et al. 2019).

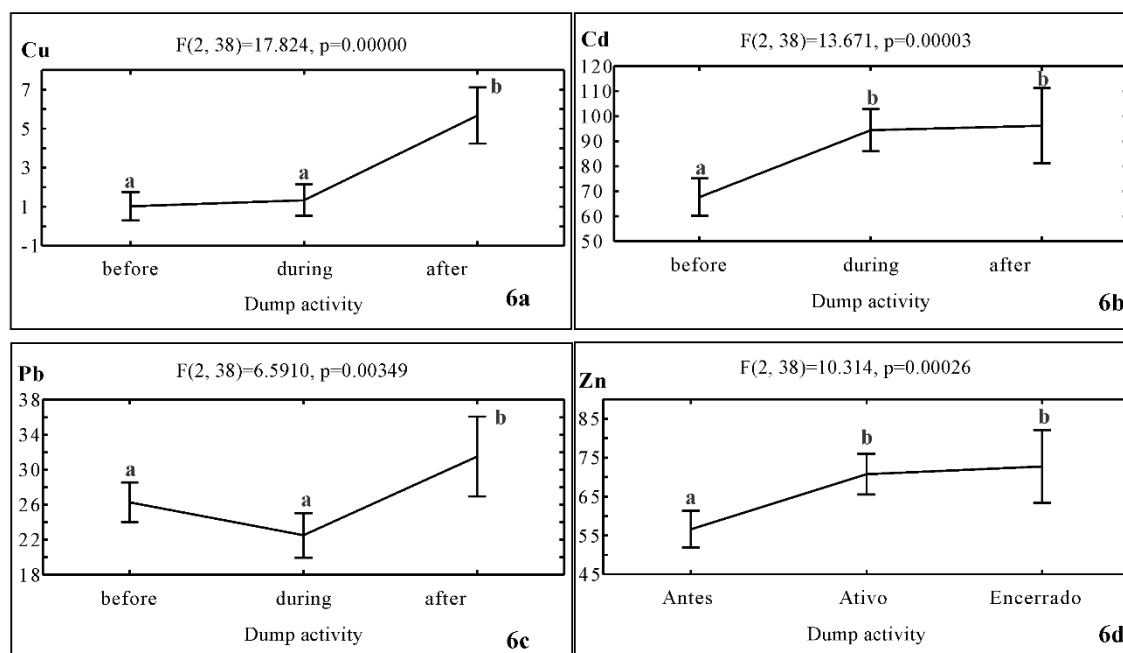


Figure 6 - Analysis of Variance comparing the periods related to the operation status of the Itaoca dump (before, during, and after) for the anthropogenic metals in the available fraction. **6a)** Cu – copper; **6b)** Cd – cadmium; **6c)** Pb – lead; **6d)** Zn – zinc. Values presented in bioavailable percentage; Whiskers – 95% confident interval; connecting line – mean values; F (degree of freedom) = statistic result and significance. Different letters marked for bars represent significant differences ($p < 0.05$) through the Turkey HSD *post hoc* test.

The mean concentration of available metals in the sediment samples followed the order before use of Itaoca mangrove as a dump $Fe > Al > Mn > Zn > V > Pb > Ni > Co > Cr > Cd > Cu$. During the period of use of the mangrove as a dump, the mean concentration of available metals in the sediment samples followed the order $Fe > Al > Zn > Mn > V > Pb > Ni > Cr > Co > Cu > Cd$, After the end of the use of the mangrove as a dump, the mean concentration of available metals in the sediment samples followed the order $Fe > Al > Zn > Mn > V > Pb > Cu > Cr > Co > Cd > Ni$.

BARROS et al. (2019) reported a similar sequence of available metals during mangrove dump activity: $Pb > Cr > Cu > Cd$. Cadmium, nickel, lead, chromium, and manganese were detectable in the leachate, contaminating soil, surface, and groundwater. The concentration of these metals increases with a dumpsite's proximity (PARAMESWARI et al 2015).

PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

Next, the PCA shows the correlations between variables and cases (Pearson Correlation). Only the variables that showed significant differences ($p > 0.05$) were used to reduce the matrix's complexity. For this analysis, only the first two components were retained as described in the methodology (eigenvalue > 1). Together, the first two components explained about 74% of the variances (**Table 5, Figure 7**).

Table 5 - Eigenvalues of the correlation matrix and related statistics.

	Eigenvalues	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	4.861195	54.01328	4.861195	54.0133
2	1.797118	19.96798	6.658313	73.9813
3	0.846356	9.40396	7.504669	83.3852
4	0.458399	5.09332	7.963068	88.4785
5	0.392652	4.36280	8.355720	92.8413
6	0.294002	3.26669	8.649722	96.1080
7	0.157389	1.74877	8.807111	97.8568
8	0.125540	1.39489	8.932651	99.2517
9	0.067349	0.74832	9.000000	100.0000

The first component (explained variance = 54.01%) correlated predominantly the samples referring to the active period of the dump (black dots), highlighting these samples by the high concentrations of aluminum, organic carbon, organic matter, zinc, lipids, cadmium, and chromium (in order of importance). The parameters organic matter, organic carbon, and lipids can be used as indicators of environmental contamination by leachate once they significantly increased with mangroves' use as a deposit of municipal solid waste ($p > .00000$), TORRETTA et al., 2017. The significant availability of aluminum is linked to the dump's activity, which is still in the production phase of organic acids, changing the pH ($p > .00000$), NEENU & KARTHIKA, 2019. The zinc distribution profile in the sedimentary column in an

area adjacent to the dump suggests that, in addition to being anthropogenic, Zn is being remobilized and exported (NUMBERE 2019; YIN et al. 2020). This same axis negatively correlated samples chronologically before the dump's existence (gray dots) predominated. These samples were grouped mainly for cobalt and manganese content and less importance, nickel, and proteins. The dump alters the sediment physicochemical and microbial degradation processes of municipal solid waste conditioned by pH and Eh, significantly affecting cobalt and manganese's bioavailability ($p > .00000$) (WENDLING et al 2009; LU et al. 2014). It is possible to notice through the biplot graph below (**Figure 7**) the greater dispersion of samples referring to the active period (black dots) possibly related to a transition state between the two groups and the remobilization of sediments (e.g., meteorological events, production, and dispersion of leachate in the adjacent area), TAMRU & CHAKMA, 2015, 2016; TORRETTA et al., 2017.

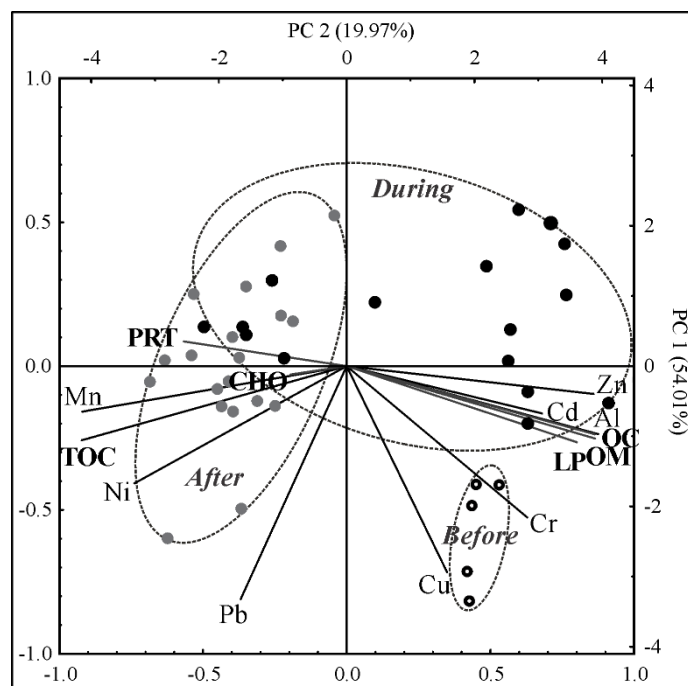


Figure 7 - Principal Component Analysis. PRT: proteins; CHO: carbohydrates; LP: lipids; OM: organic matter; CO: organic carbon. **Gray dots:** after dumping; **black dots:** during dumping; **open dots:** before dumping.

The second component (explained variance = 19.97%) corroborates with the results of

the ANOVA correlating the samples from the most recent period, that is, dumps (open dots) with high values of lead, copper, and chromium (in order of importance), showing lower scores and even opposite to the other samples. After the dump's closure, the diagenesis of municipal solid waste is still going on, with leachate production. This process favored a significant increase in the availability of lead, copper, and chromium ($p > .00000$) in an adjacent area of the mangrove. Heavy metal pollutants most common in the environment are Cu, Zn, Cr, and Pb (TÓTH et al. 2016; YAN et al. 2018).

CONCLUSION

Compared to the sedimentation rates in the literature, the biogeochemical indicators defined the geochronology, showing the dump's three distinct periods of activity.

The contents of organic matter, organic carbon, and biopolymers can be used to monitor the environmental quality of mangrove sediment subjected to the stress of receiving municipal solid waste.

The metals aluminum, vanadium, chromium, manganese, iron, cobalt, and nickel are lithogenic and showed stability even after installing the dump, confirming the I_{geo} factors.

The presence of the dump conditioned the physicochemical changes of the sediment to the production of leachate. This process favored the accumulation of metals of anthropic origin such as Cu, Cd, Zn, Pb, and Hg in the adjacent region. The available fractions of lithogenic and anthropogenic metals quantified in this study indicate that the dump in Itaoca, RJ, Brazil is still in the fermentative and acetogenic phase (Phase 2).

Pollutant concentrations continued to increase even after the dump was closed.

Given the results obtained in this study, we strongly recommend that the management plan of the Itaoca APA in São Gonçalo, RJ, Brazil, contemplates the remediation process of the dump.

Acknowledgments

The authors would like to acknowledge the Palynofacies & Organic Facies Laboratory (Federal University of Rio de Janeiro) to analyze total organic carbon. Also, acknowledge the Environmental Biogeochemistry Laboratory WCP (Federal University of Rondônia) for the metals' analysis.

Author Contributions

Fernando N. Pinto - collected the samples, performed the laboratory analyses, interpreted the results, wrote the first draft, and revised the final manuscript version.

Mirian Araujo C. Crapez - wrote the primary draft, validated all analyses, interpreted the results, and coordinated the research group.

Thaise M. Senez-Mello - curated the data, did the statistical analysis, created the reference map, edited the figures, and type-edited the final manuscript version.

Izidro F. de Sousa-Filho – designed the research plan, performed the laboratory analyses, and ensured the method's accuracy.

Walkimar Aleixo da Costa Júnior - designed the research plan, performed the laboratory analyses, and ensured the method's accuracy.

All authors had reviewed and agreed with the final manuscript version.

INTERFERÊNCIA DA OCUPAÇÃO URBANA NA DISTRIBUIÇÃO DE POPS EM MANGUEZAL

URBAN OCCUPATION INTERFERENCE IN THE DISTRIBUTION OF POPS IN MANGROVE

Fernando Neves Pinto¹, Carlos German Massone², Thaise Senez-Mello¹, Frederico Sobrinho da Silva³, Mirian Araujo Carlos Crapez¹

¹Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil

²Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

³Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Autor correspondente: fernandopinto@id.uff.br

RESUMO

As áreas de mangue estão sujeitas a pressões antrópicas. Como um ecossistema deposicional, seus sedimentos contêm registros da história ambiental. A região de manguezais de São Gonçalo foi recentemente protegida pela legislação brasileira criando a Área de Proteção Ambiental de Itaoca. Este local recebeu aterro de resíduos sólidos urbanos ao longo de 28 anos. O perfil sedimentar foi amostrado para determinar a geocronologia e quantificar os Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), como hidrocarbonetos poliaromáticos (PAHs), pesticidas organoclorados (OCPs) e bifenilas policloradas (PCBs). Originados da queima incompleta de matéria orgânica, os PAHs apresentaram concentrações moderadas, exceto para o dibenzo [a, h] antraceno (DahA), um composto carcinogênico que excedeu o nível de efeito limite (TEL).

O registro sedimentar correspondente ao período anterior à existência do lixão sugeria que os HAPs estavam ligados à queima de madeira por olarias. O perileno foi um bom marcador para a redução da biomassa vegetal, sugerindo associação com a supressão de manguezais durante a ocupação humana. Ao longo do período de operação do lixão, a contaminação do sedimento por POCs, como DDE (metabólito primário do DDT), foi vinculada a campanhas de saúde pública para eliminar vetores como o mosquito da malária, ultrapassando os valores TEL. Os valores elevados de DDE coincidiram com a proibição do DDT, sugerindo seu descarte irregular. Os PCBs estavam abaixo das concentrações de TEL, mas semelhantes aos encontrados em lixões industriais em outros países. Os POPs mostraram-se marcadores antrópicos eficientes de ocupação urbana e contaminação ambiental do lixiviado do aterro. Por estar localizado em área de proteção ambiental, é necessária a retomada imediata do processo de remediação para interromper o processo de contaminação crônica da APE Guapimirim e Itaoca.

Palavras-chave: lixão, POPs, HPAs, DDE, PCBs, manguezal, Área de Proteção Ambiental.

ABSTRACT

Mangrove areas are subject to anthropogenic pressures. As a depositional ecosystem, its sediments contain records of environmental history. The mangrove region of São Gonçalo was recently protected by environmental laws creating the Environmental Protection Area of Itaoca. This site received dumping of solid urban waste over 28 years. The sedimentary profile was sampled to determine geochronology and to quantify Persistent Organic Pollutants (POPs), such as polyaromatic hydrocarbons (PAHs), organochlorine pesticides (OCPs) and polychlorinated biphenyls (PCBs). Originated from incomplete burning of organic matter,

PAHs showed moderate concentrations, except for dibenzo[a,h]anthracene (DahA), a carcinogenic compound that exceeded the threshold effect level (TEL). The sedimentary record correspondent to the period before the dump's existence suggested that the PAHs were linked to the burning of wood by potteries. Perylene was a good marker for plant biomass reduction, suggesting association to mangrove suppression during human occupation. Over the dump's operational period, sediment contamination by POCs, such as DDE (primary metabolite of DDT), was linked to public health campaigns to eliminate vectors such as the malaria mosquito, exceeding the TEL values. Raised DDE values coincided with the prohibition of DDT, suggesting its irregular disposal. PCBs were below TEL concentrations but similar to those found in industrial dumps in other countries. POPs proved to be efficient anthropic markers of urban occupation and environmental contamination from the dump leachate. As it is located within an environmental protection area, an immediate resumption of the remediation process is necessary to interrupt the chronic contamination process of the Guapimirim and Itaoca EPA.

Keywords: dump, POPs, PAHs, DDE, PCBs, mangrove, Environmental Protection Area

INTRODUÇÃO

Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), como os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs), pesticidas organoclorados (POCs) e bifenilas policloradas (PCBs) são compostos antropogênicos, tóxicos, mutagênicos, carcinogênicos, resistem à degradação e bioacumulam nos tecidos adiposos de organismos vivos. Os POPs podem ser sintetizados para usos industriais como PCBs, ou agroquímico como POCs e alguns são subprodutos de combustão incompleta de biomassa e petróleo e derivados como HPAs (LU et al., 2013).

Os POPs são hidrofóbicos e facilmente adsorvidos em material particulado, com subsequente acúmulo em matrizes sedimentares (SANTOS et al. 2016; ZHANG et al., 2016;

BASAVIAH et al. 2017; SOUSA et al. 2020). Esta natureza persistente é acentuada pela capacidade de bioacumulação e biomagnificação nas cadeias tróficas, amplificando os efeitos adversos na saúde de organismos, do meio ambiente e na saúde pública (IARC 1987; HONDA AND SUZUKI 2020). Por este motivo, apresentam valores para solos e sedimentos marinhos, com concentrações mínimas para efeitos possíveis à biota, definidos pelas principais agências ambientais e sendo empregados como referência de qualidade de matrizes abióticas (BURTON, 2002, SOUSA et al. 2020).

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA-USA) definiu para os HPAs uma lista com dezesseis compostos considerados prioritários. A origem, a composição e a distribuição vertical de HPAs em coluna sedimentar indicam a história ocupacional de uma região (ZHAO et al., 2012). Os HPAs petrogênicos têm origem do petróleo e derivados, decorrentes de derramamento/descarga acidental de óleo ou escoamento municipal e urbano. Do ponto de vista químico, possuem dois a três anéis aromáticos e baixo peso molecular (LMW) (YUAN et al., 2017). HPAs pirogênicos são formados em altas temperaturas de combustão de biomassa ou de combustíveis fósseis, têm quatro a seis anéis aromáticos e alto peso molecular (HMW). A razão de abundância de hidrocarbonetos LMW/HMW é usada para distinguir HPAs de fontes petrogênicas ou pirogênicas (TANG et al., 2014; BASAVIAH et al. 2017).

Os pesticidas organoclorados (POCs) são desreguladores endócrinos. O DDT [1,1,1-tricloro-2,2-bis (p-clorofenil) etano] foi usado por décadas como pesticida no controle de vetores. Tem meia-vida entre 2 e 15 anos e foi proibido no Brasil no final da década de 80. Devido a sua persistência, altos níveis de seu metabólito primário, como o DDE (2,2-bis (p-clorofenil) -1,1dicloroetileno), ainda é quantificado no ambiente (ELLSWORTH et al., 2018), tecido adiposo humano, plasma sanguíneo, fígado, cérebro, placenta e leite materno (MBUSNUM et al., 2020).

As bifenilas cloradas (PCBs) têm estabilidade química, alta condutividade térmica e resistência ao fogo. São liberadas através do lixiviado de aterros sanitários, lodo de esgoto, volatilização de sedimentos de dragagem ou são subprodutos de processos industriais ou incineração (ANH et al., 2019). Fontes comuns de PCBs são encontradas em capacitores para transferência de calor ou em transformadores elétricos contendo óleo Ascarel, usados como aditivos em fluidos dielétricos e fluidos hidráulicos (DEBELA et al., 2020). São tóxicos para a biota aquática e para os humanos (BATANG et al., 2016) e por isso foram incluídos na Convenção de Estocolmo (LALLAS, 2001). Os PCBs agrupam mais de 209 compostos orgânicos sintéticos, com 1 a 10 átomos de cloro ligados a uma estrutura poliaromática de bifenilas. Eles estão envolvidos na fabricação de pesticidas, plastificantes, lubrificantes, tintas, vernizes, adesivos e transformadores elétricos (EGOROVA and BUZMAKOV, 2020).

Os manguezais são sistemas deposicionais (ADAME et al. 2010) e representam 0,7% das florestas, capazes de reter 49-98% do carbono azul, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas (TAILLARDAT et al. 2018). Os sedimentos dos manguezais são sumidouros de poluição antropogênica, devido ao seu conteúdo em matéria orgânica, anaerobiose e pH ácido, que favorecem o sequestro de contaminantes. Além disso, eles podem ser remobilizados por microrganismos e bioamplificados na teia alimentar (RAZA et al., 2013). Há 28 anos, o manguezal da ilha de Itioca, localizado na região oeste da Baía de Guanabara, Brasil, recebeu resíduos sólidos urbanos sem nenhum controle sanitário. A queima e o lixiviado proveniente da decomposição do lixo interfere na composição química de sedimentos adjacentes (MELNYK, 2015). A região, antes do surgimento do lixão, era utilizada amplamente para agricultura e abrigava uma das maiores olarias do Rio de Janeiro. Esta última utilizava a lenha extraída de regiões próximas e também da vegetação dos manguezais, como principal combustível para os fornos (CAMPOS, 1955; AMADOR, 2013). Atualmente, a região abriga

a recém criada Área de Proteção Ambiental de Itaoca, que complementa a APA de Guapimirim, incorporando toda a história de ocupação urbana bem como o passivo ambiental.

O objetivo do trabalho foi caracterizar a distribuição vertical de POPs, ligando-os a influência do lixo e/ou à ocupação histórica na região. Estas informações contribuirão para a implantação do plano de manejo da unidade de conservação recém criada.

MATERIAIS E MÉTODOS

A Ilha de Itaoca, localizada na região noroeste da Baía de Guanabara no Estado do Rio de Janeiro, Brasil (**Figura 1**), possui 7 km² de área, sendo considerada a segunda maior ilha desse estuário. (AMADOR, 2013). Recebe tanto a influência das águas da baía, como também da bacia hidrográfica do Rio Imboáçu e drena a parte central do município de São Gonçalo. O canal Imboáçu, localizado entre a ilha e o continente, é responsável pela hidrodinâmica dos manguezais e recebe todo o chorume do lixo desde o final da década de 1970 (SANTOS, 2018).

AMOSTRAGEM DO PERFIL SEDIMENTAR

O perfil sedimentar foi coletado à jusante do canal do Imboáçu (22°46'30.00"S 43° 2'52.56"O Datum WGS84) (**Figura 1**), onde foi retirada uma coluna sedimentar de 82 cm, com um tubo de PVC de 100 mm de diâmetro e fracionado a cada 2 cm. O armazenamento foi feito em recipientes de alumínio, congeladas e posteriormente liofilizados até o momento das análises em laboratório.

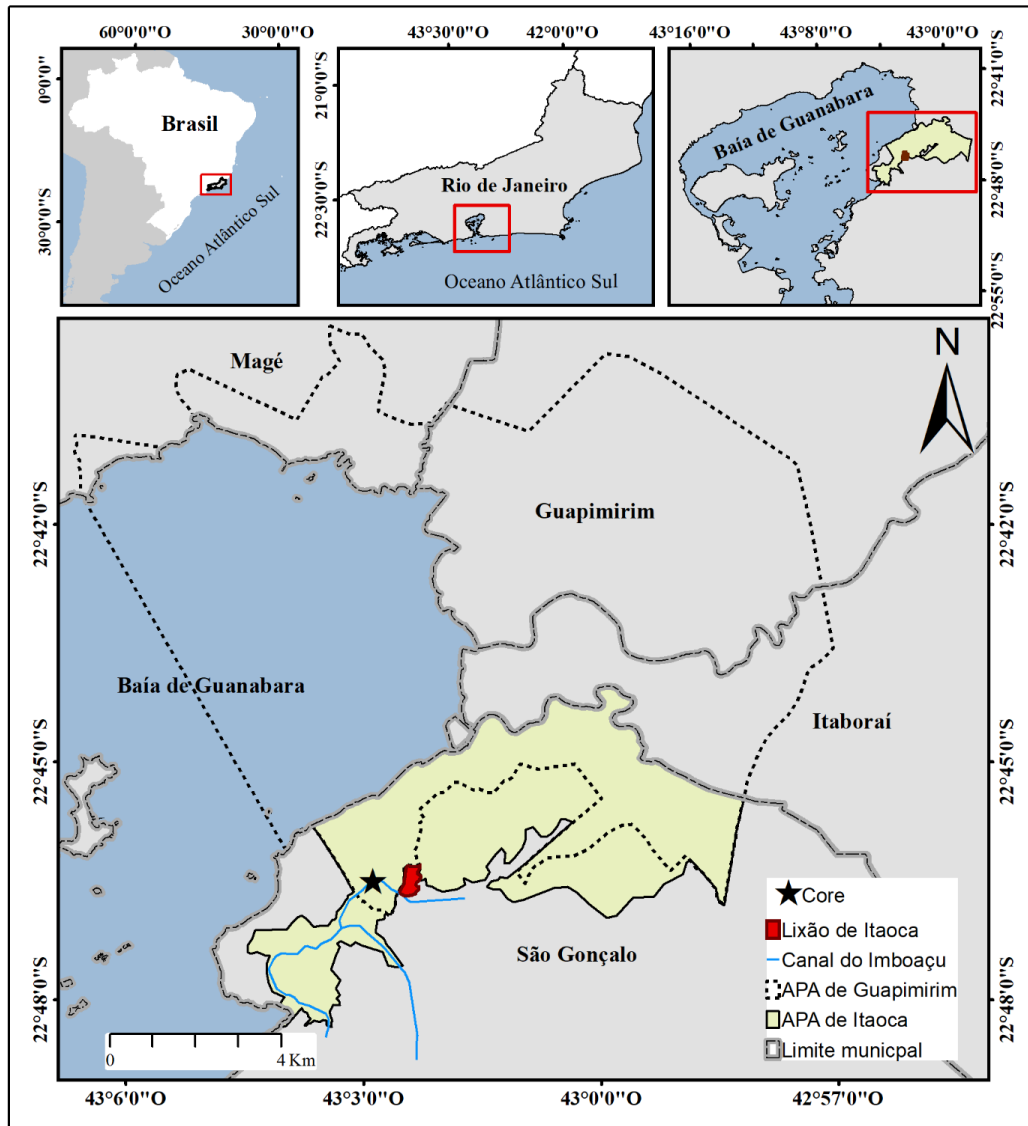


Figura 1 - Área de estudo - APA de Itaoca em relação às principais fontes de contaminação, Rio Imboaçú e o lixão.

EXTRAÇÃO DOS POLUENTES ORGÂNICOS PERSISTENTES (POPs)

Os POPs foram extraídos a partir de 2 g de sedimento liofilizado em banho de ultrassom (modelo EASY 60 H) e adaptado do método EPA 3550C. Todos os solventes utilizados tinham grau pesticida e os padrões foram Accustandard®. Foram realizadas 3 extrações com 15 mL de diclorometano:methanol (9:1 v/v) por 15 minutos cada. Os extratos foram concentrados até 2 mL, em banho-maria a 60°C e limalhas de cobre direcionaram o borbulhamento. O extrato foi

eluído com diclorometano em uma coluna cromatográfica com 7 g de dessulfurizante e 12 % de água. De novo foi concentrado a 2 mL em banho maria à 60^o C. A purificação foi com 5 g de alumina desativada à 2 % em uma microcoluna cromatográfica adaptada do método US EPA 3630C. Seguiu-se eluição com 25 mL de diclorometano:methanol (9:1, v/v) e concentrado a 1 mL. A eficiência da extração foi avaliada adicionando-se duas soluções padrões: (1) *p*-terfenil d14 (CAS: 92-94-4) com concentração de 5 µg/mL e (2) PCB103 (2,2',4,5',6-pentachlorobiphenyl (CAS : 60145-21-3) e PCB 198 (2,2',3,3',4,5,5',6-octachlorobiphenyl (CAS: 68194-17-2) na concentração de 2 µg/mL. Antes da injeção foram adicionados 5 µg/mL de HPAs: naftaleno-d8, acenafiteno-d10, fenantreno-d10, criseno-d12 e perileno-d12, (CAS: 1146-65-2, 15067-26-2, 1517-22-2, 1719-03-5, 1520-96-3, respectivamente) e 2 µg/mL de 4,4-dibromodifenil para quantificação dos PCBs, POCs e PBDEs (CAS: 92-86-4).

QUANTIFICAÇÃO DOS POPs

Foi utilizado um espectrômetro de massa Thermo Scientific TSQ Quantum XLS, coluna capilar de sílica fundida e revestida com 5% de difenil/dimetilsiloxano, interface do detector condicionada a 300° C e a fonte de íons a 230° C. Os compostos foram identificados no modo MS/MS, sendo monitorados dois íons precursores e íons produtos para cada composto. Foram quantificados os 16 HPAs prioritários da EPA: naftaleno (**Naf**), acenafitileno (**Acl**), acenafiteno (**Ace**), fluoreno (**Flu**), antraceno (**Ant**), fenantreno (**Fen**), fluoranteno (**Fla**), pireno (**Pir**), benzo(a)antraceno (**BaA**), criseno (**Cri**), benzo[b]fluoranteno (**BbF**), benzo[k]fluoranteno (**BkF**), indeno[1,2,3-*cd*]pireno (**InP**), dibenzo[*a,h*]antraceno (**DahA**), benzo[*a*]pireno (**BaP**) and benzo[*g,h,i*]perileno (**BghiP**), além dos prioritários também foi determinad as concentrações de perileno (**Per**). Pesticida organoclorado foi detectado apenas o DDE (2,2-bis (p-clorofenil) -1,1dicloroetileno) e as bifenilas cloradas foram PCB #52, PCB#70, PCB#95, PCB#101 e PCB 110

RESULTADOS E DISCUSSÃO

GEOCROLOGIA

As taxas de sedimentação a noroeste da Baía de Guanabara e em áreas próximas à APA de Itaoca, apontam aumento deposicional em função da ocupação humana da bacia hidrográfica. GODOY et al. (1998), analisando a atividade de ^{210}Pb em uma coluna sedimentar de 48 cm, próximo ao litoral do município de São Gonçalo, concluiu que os primeiros 21 cm apresentavam uma taxa de sedimentação de $1,50 \text{ cm} \pm 0,1/\text{ano}$; entre 21-36 cm, a taxa anual foi de $0,50 \text{ cm} \pm 0,05/\text{ano}$ e depois, $0,26 \text{ cm} \pm 0,02/\text{ano}$. MONTEIRO et al (2012) sugeriram que a Baía de Guanabara apresentou taxa de sedimentação de $0,42 \text{ cm/ano}$ antes da década de 50 e maior que $0,77 \text{ cm/ano}$ após essa data. FIGUEIREDO et al. (2014) apresentaram estudo mais detalhado de um perfil também na região, estabelecendo uma taxa de $0,14 \text{ cm/ano}$ antes de 1910, passando para $0,49 \text{ cm/ano}$ até a década de 50, subindo para $0,60 \text{ cm/ano}$ até 1993 e, a partir desse momento, superior $1,25 \text{ cm/ano}$ (**Figura 2**). A análise comparativa entre as equações da reta das taxas de sedimentação e a data de implantação do lixão, determinou que a de FIGUEIREDO et al. (2014) possuía maior relação com o passivo ambiental em questão. Assim, os primeiros 12 cm da coluna sedimentar corresponderiam à desativação do lixão a partir de 2012; entre 12,1 cm a 42 cm seria o período de vida útil do lixão (1976 - 2012) e, abaixo de 42,1 cm, seria o mangue, sem a interferência do lixão (**Figura 3**).

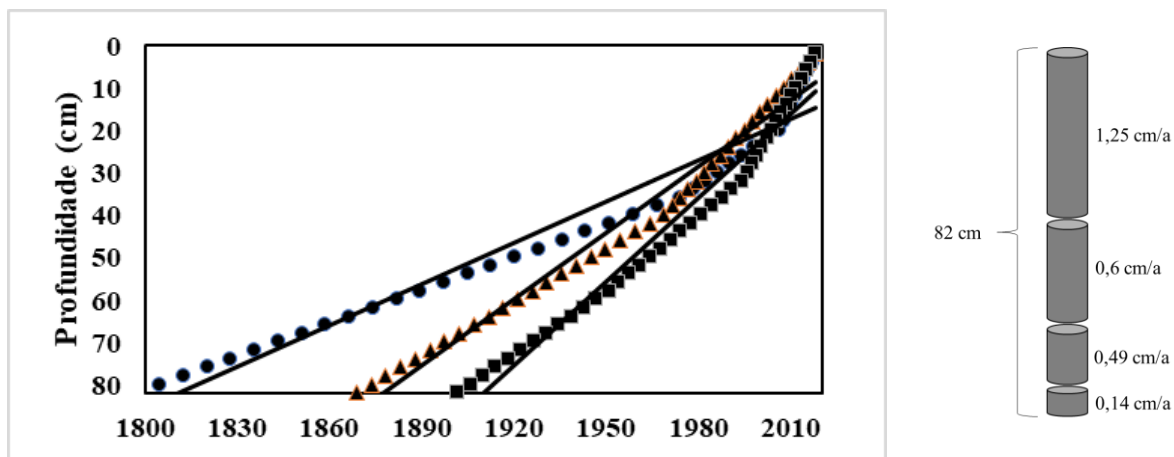


Figura 2 - Equação linear das taxas de sedimentação de acordo com a literatura. **Bolas** - GODOY et al., 1998 ($y = -0,3252x + 671,02$; $R^2 = 0,9572$). **Triângulos** - MONTEIRO et al., 2012 ($y = -0,5213x + 1060,6$; $R^2 = 0,9798$). **Quadrados** - FIGUEIREDO et al., 2014 ($y = -0,6597x + 1342,1$; $R^2 = 0,971$).

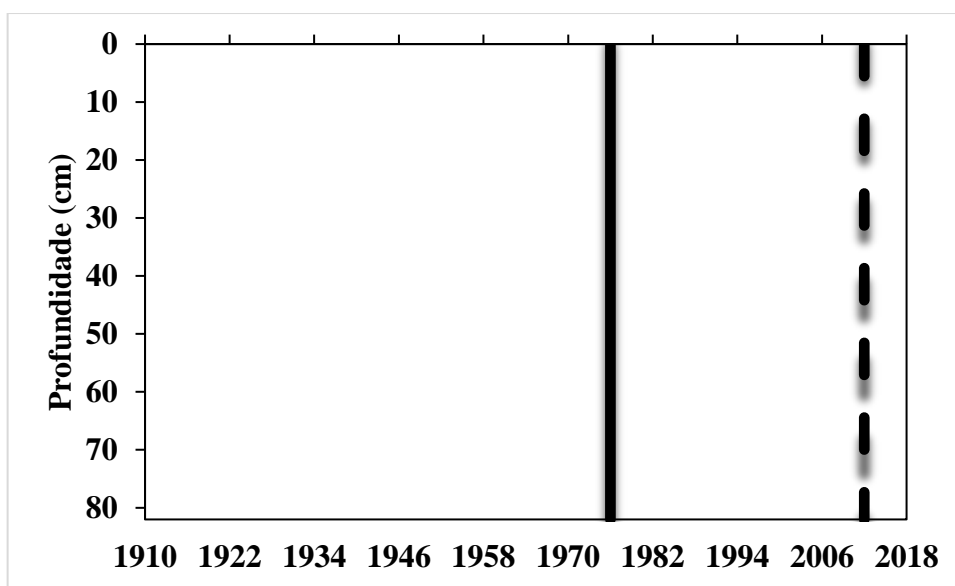


Figura 3 - Geocronologia proposta por Figueiredo et al. (2014) aplicada a coluna sedimentar obtida no canal do Imboaçú, sujeito aos efeitos do Lixão de Itaoca. **Linha sólida** – Período de surgimento do lixão, final da década de 1970. **Linha tracejada** - período de desativação do lixão, 2012.

HPAs

As fontes de HPAs no sedimento podem ser pirogênicas ou petrogênicas, inferidas a partir da relação entre número de anéis aromáticos (YUNKE et al., 2002). Fontes pirogênicas de HPAs são caracterizadas por compostos enriquecidos de moléculas de alto peso molecular, com 4 a 6 anéis aromáticos (HMW). Os de origem petrogênica predominam os HPAs de baixo peso molecular com 2 e 3 anéis aromáticos (LMW), geralmente derivados de óleo combustível ou produtos de refino de petróleo. Gerando a razão $LMW/HMW \leq 1$ a origem dos HPAs é pirogênica, razão $LMW/HMW \geq 1$ a origem é petrogênica.. (BASAVIAIAH et al. 2017).

Apesar da coluna sedimentar ter sido coletada em área de manguezal, próximo à APA de Guapimirim e sob influência direta da Baía de Guanabara (GOMES, 2007), que possui histórico de contaminação crônica por HPAs (ARAÚJO, 2020) a região do presente estudo não apresentou influência da baía. Em nossa coluna sedimentar, adjacente ao lixão de Itaoca, os HPAs tiveram origem predominantemente pirogênica ($LMW/HMW \leq 1$), originados por processos de combustão de resíduos sólidos (**Tabela 1, Figura 4c**). Comportamentos semelhantes foram observados em manguezais próximo às áreas urbanas (BASAVIAIAH et al. 2017).

As concentrações totais de HPAs, HMW, LMW foram crescentes durante e após o encerramento do lixão em 2012, sugerindo produção contínua de chorume (**Tabela 1**). Os resultados médios dos 16 HPA's prioritários evidenciaram aumento nas concentrações de compostos de massa molecular intermediária, como o Fen (Fenantreno), Fla (Fluoranteno), Pir (Pireno), BaA (Benzo[a]antraceno) e Cri (Criseno (**Tabela 1**). O total de seis C_HPAs considerados como carcinogênicos (BaA + BaP + BkF + Chr + DahA + InP) (SPROVIERI et al. 2007), também apresentaram comportamento semelhante (**Tabela 1, Figura 4b**). Antes do lixão se destacaram apenas Fla e Pir (**Tabela 1**).

De acordo com ARAUJO (2020), os Σ 16 HPAs podem ser classificados como baixa contaminação (0-100 ng.g⁻¹), moderada contaminação (100 – 1000 ng.g⁻¹) e alta contaminação (> 1000 ng.g⁻¹). Moderadas concentrações se situam entre 170 – 350 ng.g⁻¹ para manguezais na China (KAISER et al., 2016). Concentrações pristinas de 0,8 – 23,3 ng.g⁻¹ foram determinadas em manguezais na Baía de Tampa, Florida (LEWIS and RUSSELL (2015). De acordo com ARAUJO (2020), nossos resultados indicaram concentrações moderadas de HPAs, em toda a coluna sedimentar, apresentando um incremento a partir do surgimento do lixão (**Tabela 1, Figura 4a**).

As concentrações moderadas de HPAs no sedimento, de acordo com os critérios estabelecidos pela Agência Canadense de Meio Ambiente e a Agência Americana Oceânica e Atmosférica (NOAA), apontaram valores abaixo dos níveis de prováveis efeitos à biota (PEL). Entretanto, o nível de efeito limiar (TEL) foi ultrapassado pelo Acl (acenafitileno) e DahA (dibenzo[a,h]antraceno), com valores de 5,87 e 6,71 ng.g⁻¹, respectivamente.

As razões de isômeros de HPAs são usadas para a determinação qualitativa das fontes de emissão e são chamadas de taxas de diagnóstico molecular para hidrocarbonetos (DUDHAGARA et al., 2016; ZHENG et al., 2016). Nossos valores para Fla/(Fla + Pir), BaA/Cri e BaA/(BaA + Cri) indicaram que têm origem em combustão de biomassa (LI et al., 2006; YUNKER et al., 2002) (**Tabela 2**). As razões BaA/Chry and BaA/(BaA + Cri) são redundantes, uma vez que são baseadas nos mesmos compostos, mas foram mantidas para comparação com outros estudos (BASAVIAIAH, 2017). Estes resultados podem estar ligados ao uso da vegetação do manguezal por uma grande olaria localizada na margem direita do canal do Imboaçú, com registro de funcionamento desde 1910 (CAMPOS, 1955). Uma das principais alterações antrópicas nos manguezais é a ocupação desordenada e/ou uso da vegetação em cerâmicas e padarias. A APA de Itaoca, sendo um manguezal remanescente, tem a perda da

qualidade ambiental associada ao desmatamento intenso sofrido no início do século XX
(AMADOR, 2013).

Tabela 1: Resultados das médias (ng.g⁻¹) dos 16 HPAs prioritários, total de LMW HPAs, total de HMW HPAs, total de C_PAH e total dos HPAs em coluna sedimentar no manguezal, abrangendo os três períodos do lixão de Itaoca (após, ativo e antes).

Dump	<i>NaF</i>	<i>Acl</i>	<i>Ace</i>	<i>Flu</i>	<i>Ant</i>	<i>Fen</i>	<i>Fla</i>	<i>Pir</i>	<i>BaA</i>	<i>Cri</i>	<i>BbF</i>	<i>BkF</i>	<i>InP</i>	<i>DahA</i>	<i>BaP</i>	<i>BghiP</i>
Após	5,56 (± 7,77)	6,09 (± 1,54)	4,09 (± 2,56)	13,81 (± 6,37)	9,61 (± 5,67)	43,46 (±35,09)	61,61 (±32,05)	55,01 (±28,50)	65,45 (±25,03)	44,91 (±11,22)	17,32 (±5,07)	24,49 (± 6,28)	13,92 (± 3,49)	11,51 (± 3,16)	16,56 (± 8,53)	17,26 (± 3,53)
Ativo	3,84 (± 2,25)	8,49 (± 4,05)	4,23 (± 2,37)	14,03 (± 5,09)	6,39 (± 3,48)	29,84 (±17,60)	43,39 (±15,54)	40,50 (±15,60)	60,98 (±44,20)	44,39 (±32,18)	15,74 (±4,70)	20,77 (± 6,51)	11,58 (± 3,98)	11,72 (± 4,07)	12,48 (± 3,95)	16,22 (± 5,26)
Antes	3,06 (± 1,67)	6,57 (±11,50)	2,65 (± 2,86)	9,12 (± 5,13)	3,08 (± 1,21)	14,75 (±11,51)	28,75 (±11,51)	26,48 (± 9,58)	14,18 (± 4,99)	13,54 (± 5,02)	13,17 (±5,07)	17,13 (± 6,66)	09,53 (± 4,39)	9,52 (± 3,46)	10,13 (± 3,65)	13,80 (± 5,41)
	Σ LMW				Σ HMW				Σ C_PAH				Σ PAH			
Após	82,63 (±54,72)				317,03 (±117,64)				176,83 (±51,66)				399,66 (±138,18)			
Ativo	66,82 (±26,94)				278,75 (±108,65)				162,89 (±80,77)				344,88 (±125,00)			
Antes	39,22 (±21,61)				157,71 (±57,97)				75,51 (± 27,77)				196,93 (± 70,08)			

Análise dos 16 HPAs prioritários pela EPA-USA (ng.g⁻¹): naftaleno (Naf), acenafitileno (Acl), acenafiteno (Ace), fluoreno (Flu), antraceno (Ant), fenantreno (Pen), fluoranteno (Fla), pireno (Pir), benzo[a]antraceno (BaA), criseno (Cri), benzo[b]fluoranteno (BbF), benzo[k]fluoranteno (BkF), indeno[1,2,3,-cd]pireno (InP), dibenzo[a,h]antraceno (DahA), benzo[a]pireno (BaP) and benzo[g,h,i]perileno (BghiP). Σ LMW HPAs = Naf + Acl + Ace + Flu + Ant (2-3 anéis); Σ HMW HPAs = Fla + Pir + BaA + Cri + BbF + BkF + InP + DahA + BaP + BghiP (4-6 anéis); Σ C_PAH = BaA + BaP + BkF + Cri + DahA + InP; Σ PAH – Somatório Total dos 16 HPAs.

Tabela 2 - Razões isoméricas de HPAs abrangendo os três períodos do lixão de Itaoca (após, ativo e antes).

Razões	Após	Variação	Ativo	Variação	Antes	Variação
Fla/(Fla+Pir)	0,54	(0,53 – 0,56)	0,52	(0,49 – 0,54)	0,52	(0,47 – 0,59)
BaA/(BaA+Cri)	0,59	(0,53 – 0,65)	0,56	(0,45 – 0,72)	0,51	(0,49 – 0,53)
LMW/HMW	0,27	(0,18 – 0,64)	0,26	(0,12 – 0,53)	0,26	(0,12 – 0,60)
BaA/Cri	1,44	(1,13 – 1,90)	1,38	(0,80 – 2,51)	1,06	(0,97 – 1,13)

Diagênese da Matéria Orgânica: A presença de perileno em sedimento está ligada à degradação da vegetação e atividade de diagênese fúngica associada à rizosfera, fonte de matéria orgânica para os ambientes aquáticos e sedimento (HANKE, 2019). Sua origem biológica pode explicar a abundância generalizada de perileno no meio ambiente, através da associação de micorrizas com as plantas vasculares há 400 milhões de anos (STRULLU-DERRIEN et al, 2018). Ao contrário dos HPAs derivados da combustão, como fluoranteeno, pireno, benzo[a]antraceno, benzofluoranteno, benzo[e]pireno e benzo[a]pireno, detectados tanto em material particulado como em sedimento, o perileno é detectado apenas no sedimento (KAWAMURA et al., 1987). Além disso, a sua concentração é diretamente proporcional à profundidade de soterramento, indicando que se forma após a deposição (JIANG et al., 2000). Altas razões isoméricas de perileno indicam contribuição natural da diagênese da serrapilheira em floresta de mangue. A diminuição destas razões nas camadas mais recentes da coluna sedimentar coletada no manguezal de Itaoca, confirmaram a redução da produção de biomassa vegetal (ARAÚJO, 2020), sugerindo perda da qualidade ambiental do manguezal ao longo da ocupação da região. Esta perda pode ser confirmada com os valores de perileno partindo de 52,46 % na porção mais antiga do sedimento e chegando a 17,60 % na camada superficial (**Figura 4d**).

DDE

Na coluna sedimentar coletada no manguezal adjacente ao lixão de Itaoca também foi quantificado DDE a partir da década de 1950 e início da década de 1960, com valores médios de $1,71 \text{ ng.g}^{-1}$ ($1,27 - 2,10 \text{ ng.g}^{-1}$). Estas concentrações de DDE foram detectadas graças a baixa solubilidade em água e alta capacidade de adsorção à matéria orgânica, facilitando a acumulação no ambiente (MBUSNUM et al., 2020). A partir da década de 1980, podem ser destacadas as amostras correspondendo aos anos de 1987, 1997 e 2000, cujas concentrações foram $5,53 \text{ ng.g}^{-1}$, $5,55 \text{ ng.g}^{-1}$ e $5,38 \text{ ng.g}^{-1}$, respectivamente. O nível de efeito limiar (TEL) do DDE é de $2,07 \text{ ng.g}^{-1}$ (BURTON, 2002) e foi ultrapassado a partir da década de 1980. Os valores mais elevados ocorreram entre 1987 e 2000, coincidindo com o período de redução da utilização de pesticidas, sugerindo descarte ilegal no lixão de Itaoca (**Figura 4e**).

O DDT e outros inseticidas organoclorados tornaram se um dos contaminantes ambientais mais abundantes em todo o planeta, cuja produção foi acelerada durante a Segunda Guerra Mundial para controlar a malária e outras doenças transmitidas por vetores (ELLSWORTH et al., 2018). Em 1947, 65 toneladas de DDT foram usados em domicílios do Estado do Rio de Janeiro pelo Serviço Nacional de Malária. Os vetores reapareceram em meados da década de 1950, intensificando o uso do DDT. A partir da década de 1960, foram incentivados a produção e consumo de pesticidas através do Programa Nacional de Defensivos Agrícolas (LIGNANI, 2018). A última aplicação documentada de DDT em campanhas de saúde pública no Rio de Janeiro foi no combate à leishmaniose em 1990 (FLORES et al., 2004).

PCBs

PCBs congêneros à IUPAC/EPA no. #52 (2,2',5,5' tetraclorobifenil), #70 (2,3',4',5 tetraclorobifenil), #95 (2,2',3,5,6' pentaclorobifenil), #101 (2,2',4,5,5' pentaclorobifenil) e #110 (2,3,3',4',6 pentaclorobifenil) foram quantificados no sedimento adjacente ao lixão de Itaoca. Antes do lixão predominaram tanto os PCBs de 4 átomos de cloro (PCB#52 e PCB#70) como os de 5 átomos de cloro (PCB#95, PCB#101 and PCB#110), com valores máximos na década de 1950 (**Figura 4f**). Estes PCBs estão associados à combustão (MELNYK et al., 2015). Durante a atividade do lixão de Itaoca, as maiores concentrações foram para os PCBs de 4 átomos de cloro (PCB#52 e PCB#70), enquanto na década de 2000 predominaram os de 5 átomos de cloro (PCB#95, PCB#101 e PCB#110) (Figura 4f), cujo \sum PCB chegou a 11,10 ng.g⁻¹. Em 2000 houve campanha mundial para retirada de resíduos de POPs de locais inadequados (FLORES et al., 2004). Nossos resultados mais elevados neste período sugerem que os PCBs podem ter sido descartados de maneira ilegal no lixão de Itaoca e, como são recalcitrantes e resistem à biodegradação, ficam adsorvidos às partículas de matéria orgânicas no sedimento (DEBELA et al, 2020).

Os resultados de \sum PCB estão abaixo dos valores de nível de efeito limiar (TEL) para sedimentos marinhos, que é de 21,55 ng.g⁻¹ (BURTON, 2002). Entretanto, em aterro de resíduos sólidos urbanos, que também recebeu mais de 50.000 ton/ano de resíduos industriais, registrou concentrações máximas de \sum PCB = 12 ng.g⁻¹ (MELNYK et al., 2015). Resultados similares foram obtidos em nossa coluna sedimentar durante a atividade do lixão de Itaoca, que recebia apenas resíduos sólidos urbanos da cidade de São Gonçalo.

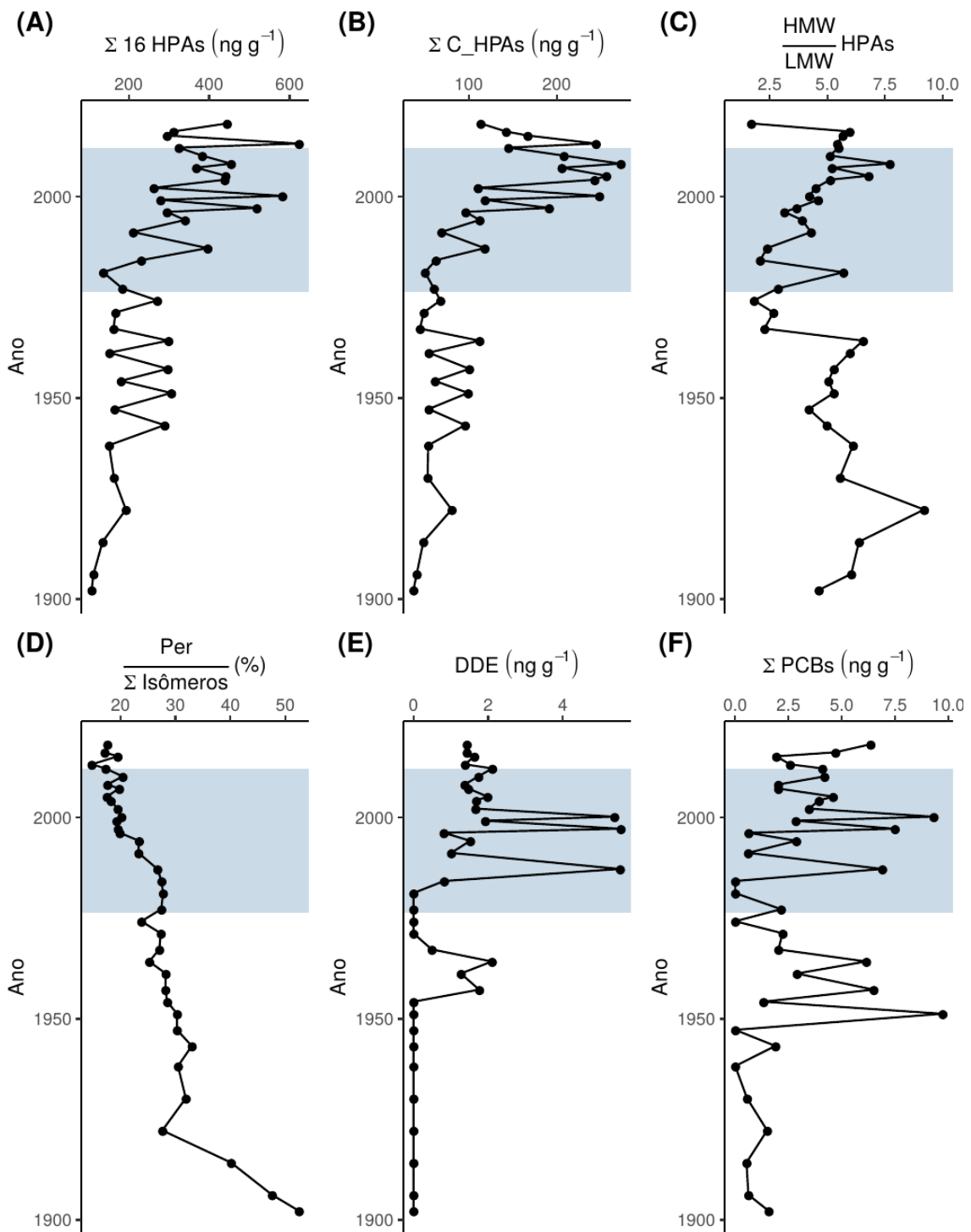


Figura 4 - Perfil das concentrações ($\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$) de POPs no sedimento, a marcação no gráfico corresponde ao período de atividade do lixão: (A) Σ dos 16 HPAs prioritários, (B) Σ dos HPAs carcinogênicos, (C) Razão entre HPAs LMW/HMW, (D) Razão do perileno e seus isômeros, (E) DDE, (F) Σ dos PCBs.

CONCLUSÃO

Os poluentes orgânicos persistentes (POPs) são bons marcadores antropogênicos para a ocupação urbana e contaminação ambiental pelo chorume de um lixão.

Apesar de dois grandes derrames de derivados de HPAs na Baía de Guanabara (1975 e 2000), a coluna sedimentar retirada em área adjacente ao lixão de Itaoca, apresentou apenas HPAs de origem pirogênica. Esta origem foi definida através das razões entre os compostos de massa molecular intermediária, sugerindo que a região estudada não recebe influência da Baía de Guanabara.

No manguezal da APA de Itaoca foi definido um passivo ambiental a partir de descarte de resíduos sólidos urbanos. Entretanto, eles não foram a única fonte de contaminação ambiental. A ocupação urbana também contribuiu para este processo e nossos resultados também sugerem descarte ilegal de pesticidas organoclorados (POCs) e bifenilas cloradas (PCBs).

A concentração dos HPAs foram caracterizadas como moderada, com valores abaixo dos níveis prováveis de efeito à biota (PEL); contudo o DahA que é carcinogênico, ultrapassou o limite para o nível de efeito limiar (TEL).

O perileno é um bom marcador de redução de biomassa vegetal, sugerindo estar ligado ao histórico de supressão da floresta de mangue durante a ocupação da região.

Os resultados de DDE, metabólito primário do DDT, sugerem contaminação antiga, antes do surgimento do lixão. Este período coincide com as campanhas de saúde pública para o combate à malária, onde foi ultrapassado o limite para o (TEL). Também quando o lixão estava em atividade, os valores para nível de efeito limiar (TEL) também foram ultrapassados, coincidindo com o período de proibição e de banimento do DDT.

O Σ dos PCBs está abaixo dos valores para nível de efeito limiar (TEL), mas próximos de valores encontrados em lixões de resíduos industriais. Também

apresentaram comportamento similar aos pesticidas organoclorados na coluna sedimentar.

Como o lixão está inserido em uma área de proteção ambiental, é necessária a retomada imediata do processo de remediação, interrompendo o processo crônico de contaminação da APA de Guapimirim e da APA de Itaoca.

CONCLUÇÕES GERAIS

A comparação das taxas de sedimentação descritas na literatura para a região da Baía de Guanabara adjacente a nossa área de trabalho com os marcadores biogeoquímicos orgânicos e inorgânicos, evidenciaram três períodos distintos na coluna sedimentar associada à atividade do lixão.

Os conteúdos de matéria orgânica, carbono orgânico e biopolímeros podem ser usados para monitorar a qualidade ambiental de sedimento de manguezal submetido ao estresse por resíduos sólidos urbanos e ocupação desordenada.

Os metais alumínio, vanádio, cromo, manganês, ferro, cobalto e níquel foram considerados litogênicos e apresentaram estabilidade mesmo após a instalação do aterro, confirmando os fatores do Índice de Geoacumulação.

A presença do lixão favoreceu a degradação da matéria orgânica, acarretando alterações físico-químicas no sedimento e produção de chorume. Este processo favoreceu o acúmulo de metais de origem antrópica como Cu, Cd, Zn, Pb e Hg na região de coleta da coluna sedimentar.

As concentrações de poluentes continuam a aumentar mesmo após o encerramento do lixão. As frações disponíveis dos metais litogênicos e dos

antropogênicos sugerem que o lixão em Itaoca ainda está degradando a matéria orgânica, produzindo chorume e se encontra, provavelmente, na fase fermentativa e acetogênica (Fase 2).

Os poluentes orgânicos persistentes (POPs) se comportaram como bons marcadores antropogênicos para a ocupação urbana e contaminação ambiental pelo chorume de um lixão.

Apesar de grandes acidentes com derivados de petróleo na Baía de Guanabara, a coluna sedimentar retirada em área adjacente ao lixão de Itaoca, apresentou apenas HPAs de origem pirogênica. Esta origem foi definida através das razões entre os compostos de massa molecular intermediária, sugerindo que a região estudada não recebe influência direta da Baía de Guanabara.

A concentração dos HPAs foram caracterizadas como moderada, com valores abaixo dos níveis prováveis de efeito à biota (PEL); contudo o DahA que é carcinogênico, ultrapassou o limite para o nível de efeito limiar (TEL).

O perileno, apesar de não ser um dos 16 HPAs prioritários é um bom marcador de redução de biomassa vegetal, sugerindo estar ligado ao histórico de supressão da floresta de mangue durante a ocupação da região.

No manguezal da APA de Itaoca foi definido um passivo ambiental a partir de descarte de resíduos sólidos urbanos. Entretanto, eles não foram a única fonte de contaminação ambiental. A ocupação urbana também contribuiu para este processo e nossos resultados sugerem descarte ilegal de pesticidas organoclorados (POCs) e bifenilas cloradas (PCBs).

Os resultados de DDE, metabólito primário do DDT, sugerem contaminação antiga, antes do surgimento do lixão. Este período coincide com as intensas campanhas de saúde pública para o combate à malária, onde foi ultrapassado o limite para o (TEL).

Também quando o lixão estava em atividade, os valores para nível de efeito limiar (TEL) também foram ultrapassados, coincidindo com o período de proibição e de banimento desse composto.

O Σ dos PCBs se apresentaram abaixo dos valores para nível de efeito limiar (TEL), mas próximos de valores encontrados em lixões de resíduos industriais. Também apresentaram comportamento similar aos pesticidas organoclorados na coluna sedimentar.

Diante dos resultados obtidos neste estudo, recomendamos fortemente que o plano de manejo da APA Itaoca em São Gonçalo, RJ, Brasil, contemple estudo aprofundado da qualidade ambiental do ecossistema, com a retomada imediata do processo de remediação do lixão.

Áreas de manguezais são ecossistemas vulneráveis e resilientes e a recuperação se torna uma importante política pública para a manutenção de serviços ecossistêmicos. A literatura sobre os serviços ecossistêmicos em nossas florestas de mangue é escassa, de um modo geral e, especificamente, para os manguezais da Baía de Guanabara. Um dos serviços ecossistêmicos seria o controle de emissões atmosféricas de gases de efeito estufa, usando o crédito de carbono azul como forma de mitigação e gerando valores monetários para recuperação/manutenção de outros serviços ecossistêmicos. Estas escolhas políticas favorecerão não só o aumento da arrecadação do ICMS-E, como também a qualidade ambiental para os moradores no município.

O recôncavo da Baía de Guanabara concentra a porção mais significativa de manguezais do Estado do Rio de Janeiro e duas das mais importantes unidades de conservação federais, a APA de Guapimirim e Estação Ecológica da Baía de Guanabara, abrangendo os municípios de Magé, Guapimirim, Itaboraí e São Gonçalo. Com a Lei 5.100/2007 passou a vigorar no estado do Rio de Janeiro o ICMS Ecológico, que incentiva

a preservação de áreas verdes pelos municípios, alocando 25% do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) para esta finalidade. Os critérios para cálculo anual do ICMS Ecológico são a existência de unidades de conservação, qualidade de água e administração de resíduos sólidos. Atualmente, São Gonçalo recebe ICMS Ecológico referente a 19 % UC e recuperar o manguezal da APA de Itaoca assim como o processo de remediação do lixão de Itaoca favorecendo o aumento deste percentual, melhorando a qualidade de água e do sedimento do mangue.

As publicações geradas por este trabalho servirão de base para o inventário dos serviços ecossistêmicos que ainda existem na região, ancorando o planejamento e gestão da área de proteção ambiental de Itaoca.

REFERÊNCIAS

- ABREU, I. M.; CORDEIRO, R. C.; SOARES-GOMES, A.; ABESSA, D. M. S.;
MARANHO, L. A. AND SANTELLI, R. E. 2016. "Ecological Risk Evaluation of
Sediment Metals in a Tropical Eutrophic Bay, Guanabara Bay, Southeast
Atlantic." *Marine Pollution Bulletin* 109 (1): 435–45.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.05.030>.
- ADAME, M. F.; DAVID N.; SARA F. W.; AND CATHERINE E. L. 2010.
"Sedimentation within and among Mangrove Forests along a Gradient of
Geomorphological Settings." *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 86 (1): 21–30.
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2009.10.013>.
- ADAME, M.F.; KAUFFMAN, J.B.; MEDINA, I.; GAMBOA, J.N; TORRES, O.;
CAAMAL, J.P.; REZA, M.; HERRERA-SILVEIRA, J.A. Carbon stocks of

tropical coastal wetlands within the karstic landscape of the Mexican Caribbean.

PLOS ONE. v.8,2013, p.1-13.

ADAME, MA.; NEIL, D.; WRIGHT, SF.; LOVELOCK, CE. Sedimentation within and among mangrove forests along a gradient of geomorphological settings. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* v.86, 2010, p.21–30.

ADAME, MA.; NEIL, D.; WRIGHT, SF.; LOVELOCK, CE. Sedimentation within and among mangrove forests along a gradient of geomorphological settings. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* v.86, 2010, p.21–30.

ADAME, MA.; NEIL, D.; WRIGHT, SF.; LOVELOCK, CE. Sedimentation within and among mangrove forests along a gradient of geomorphological settings. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* v.86, 2010, p.21–30.

AGUIAR, C.; MARIA DE V.; ABUCHACRA, P. F. F.; BAPTISTA NETO, J.A.

AND OLIVEIRA, A. S. 2018. "Environmental Assessment Concerning Trace Metals and Ecological Risks at Guanabara Bay, RJ, Brazil." *Environmental Monitoring and Assessment* 190 (8). <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6833-x>.

AIGBER, A. AND AROLOYE O. N. 2019. "Assessment of Dumpsite Soils in Mangrove Forest at Eagle Island, Nigeria: It's Effect on Potential Bioavailability of Heavy Metals in the Environment." *Journal of Petroleum & Environmental Biotechnology* 10 (1). <https://doi.org/10.35248/2157-7463.19.10.390>.

ALI, S. M.; AROMA P.; BEENISH A.; NAIMA H.; AND AZRA Y. 2014. "Open Dumping of Municipal Solid Waste and Its Hazardous Impacts on Soil and Vegetation Diversity at Waste Dumping Sites of Islamabad City." *Journal of King Saud University - Science* 26 (1): 59–65. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2013.08.003>.

- ALONGI, D. M. "Dissolved Iron Supply Limits Early Growth of Estuarine Mangroves."
Ecology 91 (11): 3229–41. 2010. <https://www.jstor.org/stable/20788156>.
- ALONGI, D. M.. "Mangrove Forests: Resilience, Protection from Tsunamis, and Responses to Global Climate Change." *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 76 (1): 1–13. 2008. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.08.024>.
- ALONGI, D. M.; TIRENDI, E.; CLOUGH, B. F. Below-ground decomposition of organic matter in forests of the mangroves *Rhizophora stylosa* and *Avicennia marina* along the arid coast of Western Australia. *Aquat. Bot.* v. 68, 2000, p. 97–122.
- ALONGI, D.M. Carbon balance in salt marsh and mangrove ecosystems: A global synthesis. *J. Mar. Sci. Eng.* v.8, 2020c, p.767.
- ALONGI, D.M. Carbon cycling and storage in mangrove forests. *Annual Review of Marine Science.* v.6, 2014, p.195–219.
- ALONGI, D.M. Carbon cycling in the world's mangrove ecosystems revisited: significance of non-steady state diagenesis and subsurface linkages between the forest floor and the coastal ocean. *Forests.* v. 11, 2020a, p. 977.
- ALONGI, D.M. Introduction in the energetics of mangrove forests. Springer Science and Business Media BV, New York. 2009.
- ALONGI, D.M. Nitrogen cycling and mass balance in the world's mangrove forests. *Nitrogen.* v.1, 2020b, p.167–189.
- ALVAREZ-COBELAS, M.; ANGELER, D.G.; SÁNCHEZ-CARRILLO, S. Export of nitrogen from catchments: a worldwide analysis. *Environ. Pollut.* v.156, 2008, p.261–269.
- AMADOR, E. S. Baía de Guanabara: Ocupação histórica e avaliação ambiental. (A. B. Amador, ed.). Rio de Janeiro: *Interciência Ltda.* 2013, 490 pp.

AMADOR, E. S. Baía de Guanabara: Ocupação histórica e avaliação ambiental. (A. B. Amador, ed.). Rio de Janeiro: *Interciência Ltda.* 2013, 490 pp.

AMADOR, E. S. Baía de Guanabara: Ocupação histórica e avaliação ambiental. (A. B. Amador, ed.). Rio de Janeiro: *Interciência Ltda.* 2013, 490 pp.

AMADOR, E.S. 2012. *Bacia da Baía de Guanabara: Características geoambientais, formação e ecossistemas / Elmo da Silva Amador – Rio de Janeiro : Interciência , 2012. 432p.:il.,28 cm. ISBN 978-85-7193-260-9*

ANH, H. K.; WATANABE, I.; TOMIOKA, K.; MINH, T. B.; TAKAHASHI, S. Environment characterization of 209 polychlorinated biphenyls in street dust from northern Vietnam: contamination status, potential sources, and risk assessment. *Science of the Total Environment*. v.652, 2019, p.345–355.

ANH, H. K.; WATANABE, I.; TOMIOKA, K.; MINH, T. B.; TAKAHASHI, S. Environment characterization of 209 polychlorinated biphenyls in street dust from northern Vietnam: contamination status, potential sources, and risk assessment. *Science of the Total Environment*. v.652, 2019, p.345–355.

ANH, H. K.; WATANABE, I.; TOMIOKA, K.; MINH, T. B.; TAKAHASHI, S. Environment characterization of 209 polychlorinated biphenyls in street dust from northern Vietnam: contamination status, potential sources, and risk assessment. *Science of the Total Environment*. v.652, 2019, p.345–355.

ARAÚJO, M.P.; HAMACHERA, C.; FARIAS, C.O.; MARTINHO, P.; CHAVES, F.O.; SOARES, M.L.G. Assessment of brazilian mangroves hydrocarbon contamination from a latitudinal perspective. *Mar. Pollut. Bull.* v.150, 2020, p.110673.

ARAÚJO, M.P.; HAMACHERA, C.; FARIAS, C.O.; MARTINHO, P.; CHAVES, F.O.; SOARES, M.L.G. Assessment of brazilian mangroves hydrocarbon contamination from a latitudinal perspective. *Mar. Pollut. Bull.* v.150, 2020, p.110673.

ARAÚJO, M.P.; HAMACHERA, C.; FARIAS, C.O.; MARTINHO, P.; CHAVES, F.O.; SOARES, M.L.G. Assessment of brazilian mangroves hydrocarbon contamination from a latitudinal perspective. *Mar. Pollut. Bull.* v.150, 2020, p.110673.

ASCOM (Assessoria de Imprensa da Prefeitura Municipal de São Gonçalo) - São Gonçalo leva meio ambiente a sério
<http://www.saogoncalo.rj.br/noticiaCompleta.php?cod=8395&tipoNoticia=Meio%20Ambiente> (acesso em 11/03/2021).

ASTM. 2008. "ASTM D 4239: Standard Test Methods for Sulfur in the Analysis Sample of Coal and Coke Using High-Temperature Tube Furnace Combustion Methods." *American Society for Testing and Materials (ASTM)*, no. January 2003: 6. www.astm.org.

ATLAS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA V: BAIÁ DE GUANABARA E SISTEMAS LAGUNARES DE MARICÁ E JACAREPAGUÁ. Organização JOÃO PAULO PAULINO COIMBRA. 10 ed. Resende, AGEVAP, 2021. 229p. ISBN 978-65-992137.

AYOBAMI, A.; AND NUMBERE, A. 2019. "Assessment of Dumpsite Soils in Mangrove Forest at Eagle Island, Nigeria: It's Effect on Potential Bioavailability of Heavy Metals in the Environment." *Journal of Petroleum & Environmental Biotechnology* 10 (1). <https://doi.org/10.35248/2157-7463.19.10.390>.

AZEVEDO, J. A. M.; ALEXANDRE B.B.; PAULO R. B. DE M.; JOÃO G. DA C.; AND VELBER X. N. 2019. "Biomonitoring of Heavy Metals (Fe, Zn, Cu, Mn, Cd and Cr) in Oysters: *Crassostrea Rhizophorae* of Mangrove Areas of Alagoas

- (Brazil).” *Brazilian Archives of Biology and Technology* 62: 1–11.
<https://doi.org/10.1590/1678-4324-2019180211>.
- BALK, M.; KEUSKAMP, J.A.; LAANBROEK, H.J. Potential for sulfate seduction in mangrove forest soils: comparison between two dominant species of the Americas. *Frontiers Microbiol.* v.7, 2016, p.1855.
- BAPTISTA NETO, J A, B J SMITH, AND J J MCALLISTER. 2000. “Heavy Metal Concentrations in Surface Sediments in a Nearshore Environment, Jurujuba Sound, Southeast Brazil.” *Environmental Pollution* 109 (1): 1–9.
[https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(99\)00233-X](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(99)00233-X).
- BARBIER, E.B.; HACKER, S.D.; KENNEDY, C.; KOCH, E.W.; STIER, A.C.; SILLIMAN, B.R. The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs.* v.81, 2011, p.169-193.
- BARBOSA, I. C. C.; REGINA C.S. M.; CLÁUDIO N. A.; JOSÉ F. B. AND PEDRO W.M.S. F. 2015. “Chemical Composition of the Bragantino Estuary Mangrove Sediment (PA) - Brazil.” *Revista Virtual de Química* 7 (4): 1087–1101.
<https://doi.org/10.5935/1984-6835.20150060>.
- BARROS, A.B.; JOAQUIM A. M. A.; PAULO R. B. DE M.; JOÃO G.DA C. AND VELBER X. N. 2019. “Bioavailability of Heavy Metals in Mangrove Soil in Alagoas, Brazil.” *Bioscience Journal*, no. June: 818–25.
<https://doi.org/10.14393/BJ-v35n3a2019-41990>.
- BASAVAI AH, N.; MOHITE, R.D.; SINGARE, P.U.; REDDY, A.V.R.; SINGHAL, R.K.; BLAHA, U. Vertical distribution, composition profiles, sources and toxicity assessment of PAH residues in the reclaimed mudflat sediments from the adjacent Thane Creek of Mumbai. *Mar. Pollut. Bul.* v.118, 2017, p.112–124.

BASAVAIAH, N.; MOHITE, R.D.; SINGARE, P.U.; REDDY, A.V.R.; SINGHAL, R.K.; BLAHA, U. Vertical distribution, composition profiles, sources and toxicity assessment of PAH residues in the reclaimed mudflat sediments from the adjacent Thane Creek of Mumbai. *Mar. Pollut. Bul.* v.118, 2017, p.112–124.

BASAVAIAH, N.; MOHITE, R.D.; SINGARE, P.U.; REDDY, A.V.R.; SINGHAL, R.K.; BLAHA, U. Vertical distribution, composition profiles, sources and toxicity assessment of PAH residues in the reclaimed mudflat sediments from the adjacent Thane Creek of Mumbai. *Mar. Pollut. Bul.* v.118, 2017, p.112–124.

BASTOS, W.; MALM, O.; PFEIFFER, W. AND CLEARY D. 1998. “Establishment and Analytical Quality Control of Laboratories for Hg Determination in Biological and Geological Samples in the Amazon, Brazil.” *Ciênc. Cult. (São Paulo)* 50 (4): 255–60.

BATANG, Z. B.; ALIKUNHI, N.; GOCHFELD, M.; BURGER, J.; AL-JAHDALI, R.; AL-JAHDALI, H.; AZIZ, M. A. M.; AL-JEBREENE, D.; AL-SUWAILEMA, A. Congener-specific levels and patterns of polychlorinated biphenyls in edible fish tissue from the central Red Sea coast of Saudi Arabia. *Science Total Environ.* v.572, 2016, p.915-925.

BATANG, Z. B.; ALIKUNHI, N.; GOCHFELD, M.; BURGER, J.; AL-JAHDALI, R.; AL-JAHDALI, H.; AZIZ, M. A. M.; AL-JEBREENE, D.; AL-SUWAILEMA, A. Congener-specific levels and patterns of polychlorinated biphenyls in edible fish tissue from the central Red Sea coast of Saudi Arabia. *Science Total Environ.* v.572, 2016, p.915-925.

BATANG, Z. B.; ALIKUNHI, N.; GOCHFELD, M.; BURGER, J.; AL-JAHDALI, R.; AL-JAHDALI, H.; AZIZ, M. A. M.; AL-JEBREENE, D.; AL-SUWAILEMA, A. Congener-specific levels and patterns of polychlorinated biphenyls in edible fish

tissue from the central Red Sea coast of Saudi Arabia. *Science Total Environ.* v.572, 2016, p.915-925.

BERNARDINO, A.F.; NOBREGA, G.N.; FERREIRA, T.O. Consequences of terminating mangrove's protection in Brazil. *Marine Policy* v.125, 2021, p.104389.

BERTINIA, M.A.; RUFINO, R.R.; FUSHITA, A.T.; LIMA, M.I.S. Public green areas and urban environmental quality of the city of São Carlos, São Paulo, Brazil. *Braz. J. Biol.* v.76, 2016, p.700-707.

BIRCH, G. F. 2017. "Determination of Sediment Metal Background Concentrations and Enrichment in Marine Environments – A Critical Review." *Science of the Total Environment* 580 (February): 813–31.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.028>.

BOTELHO, A. L. M. E VALLEJO, L. R. 2006. Uso de áreas de Proteção Ambiental: O caso do Manguezal da APA de Guapimirim. *GEOgrafia-AnoVIII -N. 16*.

BRASIL Lei n. 11.936, de 14 de mai. de 2009. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/Lei/L11936.html (Acesso em 19/04/2021). 2009.

BRASIL Lei n. 11.936, de 14 de mai. de 2009. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/Lei/L11936.html (Acesso em 19/04/2021). 2009.

BRASIL Lei n. 11.936, de 14 de mai. de 2009. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/Lei/L11936.html (Acesso em 19/04/2021). 2009.

- BREITHAUPT, J. L.; JOSEPH M. S.; THOMAS J. S.; CHRISTIAN J. S. AND ARMANDO H. 2012. "Organic Carbon Burial Rates in Mangrove Sediments: Strengthening the Global Budget." *Global Biogeochemical Cycles* 26 (3): 1–11. <https://doi.org/10.1029/2012GB004375>.
- BRUEMMER, G. W., J. GERTH, AND U. HERMS. 1986. "Heavy Metal Species, Mobility and Availability in Soils." *Zeitschrift Für Pflanzenernährung Und Bodenkunde* 149 (4): 382–98. <https://doi.org/10.1002/jpln.19861490404>.
- BUNTING, P.; ROSENQVIST, A.; LUCAS, R.M.; REBELO, L.-M.; HILARIDES, L.; THOMAS, N.; HARDY, A.; ITOH, T.; SHIMADA, M.; FINLAYSON, C.M. The global mangrove watch—a new 2010 global baseline of Mangrove extent. *Remote Sens.* v.10, 2018, p.1669.
- BURTON, G.A. Sediment quality criteria in use around the world. *Limnology.* v.3, 2002, p.65–75.
- BYERS, S. C.; ERIC L. M. AND PATRICK L. S. 1978. "A Comparison of Methods of Determining Organic Carbon in Marine Sediments, with Suggestions for a Standard Method." *Hydrobiologia* 58 (1): 43–47. <https://doi.org/10.1007/BF00018894>.
- CAMPOS, M. G. C. Causas geográficas do desenvolvimento das olarias na baixada da Guanabara. *Rev. Bras. Geografia.* v.2, 1955, p.123-150.
- CAMPOS, M. G. C. Causas geográficas do desenvolvimento das olarias na baixada da Guanabara. *Rev. Bras. Geografia.* v.2, 1955, p.123-150.
- CASTILLO, J.A.A.; APAN, A.A.; MARASENI, T.N.; SALMO, S.G. Soil greenhouse gas fluxes in tropical mangrove forests and in land uses on deforested mangrove lands. *Catena.* v.159, 2017, p.60–69.
- CHEN, G.C.; TAM, N.F.; YE, Y. Summer fluxes of atmospheric greenhouse gases

N₂O, CH₄ and CO₂ from mangrove soil in South China. *Sci Total Environ.* v.408, 2010, p.2761–2767.

COLOMBO, C.; GIUSEPPE P.; JI ZHENG HE, ROBERTO P. AND STEFANO C.

2014. “Review on Iron Availability in Soil: Interaction of Fe Minerals, Plants, and Microbes.” *Journal of Soils and Sediments* 14 (3): 538–48.

<https://doi.org/10.1007/s11368-013-0814-z>.

COMMON INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF ECOSYSTEM SERVICES

(CICES), European Environment Agency (EEA):Copenhagen, Denmark, v.5.1, 2017.

CORDEIRO, R C, W MACHADO, R E SANTELLI, A. G. FIGUEIREDO, J. C.S.

SEOANE, E P OLIVEIRA, A S FREIRE, ET AL. 2015. “Geochemical Fractionation of Metals and Semimetals in Surface Sediments from Tropical Impacted Estuary (Guanabara Bay, Brazil).” *Environmental Earth Sciences* 74 (2): 1363–78. <https://doi.org/10.1007/s12665-015-4127-y>.

COSTANZA, R.; D’ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.;

HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; ONEILL, R.V.; PARUELO, J.;

RASKIN, R.G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. The value of the world’s ecosystem services and natural capital. *Nature* v.387,1997, p.253–260.

COSTANZA, R.; GROOT, R.; SUTTON, P.; VAN DER PLOEG, S.; ANDERSON,

S.J.; KUBISZEWSKI, I.; FARBER, S.; TURNER, R.K. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change.* v.26, 2014, p.152-158.

CROWTHER, T. W., J. VAN DEN HOOGEN, J. WAN, M. A. MAYES, A. D.

KEISER, L. MO, C. AVERILL, AND D. S. MAYNARD. 2019. “The Global Soil Community and Its Influence on Biogeochemistry.” *Science* 365 (6455).

<https://doi.org/10.1126/science.aav0550>.

DANOVARO, R., A. DELL'ANNO, A. PUSCEDDU, AND M. FABIANO. 1999.

“Nucleic Acid Concentrations (DNA, RNA) in the Continental and Deep-Sea Sediments of the Eastern Mediterranean: Relationships with Seasonally Varying Organic Inputs and Bacterial Dynamics.” *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 46 (6): 1077–94. [https://doi.org/10.1016/S0967-0637\(98\)00101-0](https://doi.org/10.1016/S0967-0637(98)00101-0).

DEBELA, S. A.; SHERIFF, I.; WUA, J.; HUA, Q.; ZHANGA, Y.; DIBABA, A. K.

Occurrences, distribution of PCBs in urban soil and management of old transformers dumpsite in Addis Ababa, Ethiopia. *Scientific African*. v.8:e00329, 2020.

DEBELA, S.A.; SHERIFF, I.; WU, J.; HUA, Q.; ZHANGA, Y.; DIBABA, A.K.

Occurrences, distribution of PCBs in urban soil and management of old transformers dumpsite in Addis Ababa. Ethiopia. *Scientific African*. v.8, 2020, p.e00329.

DELL'ANNO, A., M. L. MEI, A. PUSCEDDU, AND R. DANOVARO. 2002.

“Assessing the Trophic State and Eutrophication of Coastal Marine Systems: A New Approach Based on the Biochemical Composition of Sediment Organic Matter.” *Marine Pollution Bulletin* 44 (7): 611–22. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(01\)00302-2](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(01)00302-2).

DONATO, D.C.; KAUFFMAN, J. B.; MURDIYARSO D.; KURNIANTO S.;

STIDHAM M. AND KANNINEN M.. 2011. “Mangroves among the Most Carbon-Rich Forests in the Tropics.” *Nature Geoscience* 4 (5): 293–97. <https://doi.org/10.1038/ngeo1123>.

DUARTE, C. M.; CEBRIAN, J. The fate of marine autotrophic production. *Limnol.*

Oceanogr. v.41, 1996, p.1758–1766.

- DUDHAGARA, D.R.; RAJPARA, R.K.; BHATT, J.K.; GOSAI, H.B.; SACHANIYA, B. K.; DAVE, B. P. Distribution, sources and ecological risk assessment of HPAs in historically contaminated surface sediments at Bhavnagar coast, Gujarat, India. *Environmental Pollution*. v.213, 2016, p.338–346.
- EGOROVA, D. O.; BUZMAKOV, S. A. Carcinogenic and teratogenic status of human population and polychlorinated biphenyls contaminations of soils and biota (European pied flycatcher) in a Perm (Western Ural, Russia). *Environ. Geochem. Health* v.42, 2020, p.4299–4311.
- ELLSWORTH, R. E.; KOSTYNIK, P. J.; CHI, L. H.; SHRIVER, C.D.; COSTANTINO, N.S.; ELLSWORTH, D. L. Organochlorine pesticide residues in human breast tissue and their relationships with clinical and pathological characteristics of breast cancer. *Environ. Toxicol.* v.33, 2018, p.876–884.
- EZQUERRO, M.; PARDOS, M.; DIAZ-BALTEIRO, L. Operational research techniques used for addressing biodiversity objectives into forest management: An overview. *Forests*. v.7, 2016, p.229.
- FABIANO, M., R. DANOVARO, AND S. FRASCHETTI. 1995. “A Three-Year Time Series of Elemental and Biochemical Composition of Organic Matter in Subtidal Sandy Sediments of the Ligurian Sea (Northwestern Mediterranean).” *Continental Shelf Research* 15 (11–12): 1453–69. [https://doi.org/10.1016/0278-4343\(94\)00088-5](https://doi.org/10.1016/0278-4343(94)00088-5).
- FARIAS, C. O.; HAMACHER, C.; DE LUCA, A. R. WAGENER, R. C. DE CAMPOS, AND GODOY J. M.. 2007. “Trace Metal Contamination in Mangrove Sediments, Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil.” *Journal of the Brazilian Chemical Society* 18 (6): 1194–1206. <https://doi.org/10.1590/S0103-50532007000600014>.
- FELLER, I.C.; LOVELOCK, C.E.; BERGER, U.; MCKEE, K.L.; JOYE, S.B.; BALL,

- M.C. Biocomplexity in mangrove ecosystems. *Annu. Rev. Mar. Sci.* v.2, 2010, p.395–417.
- FERREIRA, A.C.; GANADE, G.; ATTAYDE, J.L. Restoration versus natural regeneration in a neotropical mangrove: effects on plant biomass and crab communities *Ocean & Coastal Management* v.110, 2015, p.38e45.
- FERREIRA, A.C.; LACERDA, L.D. Degradation and conservation of Brazilian mangroves, status and perspectives. *Ocean & Coastal Management.* v.125, 2016, p.38e46.
- FIGUEIREDO, A. G.; TOLEDO, M. B.; CORDEIRO, R. C.; GODOY, J. M. O.; SILVA, F. T.; VASCONCELOS, S. C.; SANTOS, R. A. Linked variations in sediment accumulation rates and sea-level in Guanabara Bay, Brazil, over the last 6000 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology.* v.415, 2014, p.83–90.
- FLORES, A. V.; RIBEIRO, J. N.; NEVES, A. A.; QUEIROZ, E. L. R. Organoclorados: um problema de saúde pública. *Ambiente & Sociedade.* v.VII, 2004, p.111-124.
- FONSECA, E. M., J. A. BAPTISTA NETO, M. P.S. PEREIRA, C. G. SILVA, AND J. D. ARANTES JUNIOR. 2014. “Study of Pollutant Distribution in the Guaxindiba Estuarine System - SE Brazil.” *Marine Pollution Bulletin* 82 (1–2): 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.03.025>.
- FONTANA, L. F.; JOÃO G. M F.; ANNIBAL D. P. N. SABADINI-SANTOS E.; FIGUEIREDO, A. G. DE, AND CRAPEZ, M. A. C. 2010. “Geomicrobiology of Cores from Suruí Mangrove - Guanabara Bay - Brazil.” *Marine Pollution Bulletin* 60 (10): 1674–81. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.06.049>.
- GATZWEILER, F.W. Organizing a public ecosystem service economy for sustaining biodiversity. *Ecological Economics* v.59, 2006, p.296-304.
- GERCHAKOV, SOL M., AND PATRICK G. HATCHER. 1972. “Improved Technique

- for Analysis of Carbohydrates in Sediments.” *Limnology and Oceanography* 17 (6): 938–43. <https://doi.org/10.4319/lo.1972.17.6.0938>.
- GIRI, C., E. OCHIENG, L. L. TIESZEN, Z. ZHU, A. SINGH, T. LOVELAND, J. MASEK, AND N. DUKE. 2011. “Status and Distribution of Mangrove Forests of the World Using Earth Observation Satellite Data.” *Global Ecology and Biogeography* 20 (1): 154–59. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x>.
- GODOY, J. M., I. MOREIRA, M. J. BRAGANÇA, C. WANDERLEY, AND L. B. MENDES. 1998. “A Study of Guanabara Bay Sedimentation Rates.” *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 227 (1–2): 157–60. <https://doi.org/10.1007/BF02386450>.
- GODOY, J.M.; MOREIRA, I.; WANDERLEY, C.; SIMÕES FILHO, F.F; MOZETO, A.A. An Alternative Method for the Determination of Excess ²¹⁰Pb in Sediments. *Radiation Protection Dosimetry*. v.75, 1998, p.111–115.
- GODOY, M.D.P.; LACERDA, L.D. Mangroves Response to Climate Change: A Review of Recent Findings on Mangrove Extension and Distribution. *An. Acad. Bras. Ciênc.* v.1.87, 2015, p.651-667.
- GOMES, N. C.; CLEARY, D.F.R.; PIRES, A.C.C., ALMEIDA, A.; CUNHA, A.; MENDONÇA-HAGLER, L.C.S.; SMALLA, K. Assessing variation in bacterial composition between the rhizospheres of two mangrove tree species. *Estuar. Coast Shelf Sci.* v.139, 2014, p.40–45.
- GOMES, N.C.M.; BORGES, L.R.; PARANHOS, R.; PINTO, F.N.; KROGERRECKLENFORT, E.; MENDONÇA-HAGLER, L.; SMALLA, K. Diversity of *ndo* Genes in Mangrove Sediments Exposed to Different Sources of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Pollution. *Appl. Environ. Microbiol.* v.73, 2007, p.7392–7399.

- GOPE, MANASH, REGINALD EBHIN MASTO, JOSHY GEORGE, RAZA
RAFIQUL HOQUE, AND SRINIVASAN BALACHANDRAN. 2017.
“Bioavailability and Health Risk of Some Potentially Toxic Elements (Cd, Cu, Pb
and Zn) in Street Dust of Asansol, India.” *Ecotoxicology and Environmental Safety*
138 (January): 231–41. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.01.008>.
- GUERRERO, LILLIANA ABARCA, GER MAAS, AND WILLIAM HOGLAND.
2013. “Solid Waste Management Challenges for Cities in Developing Countries.”
Waste Management 33 (1): 220–32. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.008>.
- HANKE, U.M.; LIMA-BRAUN, A.L.; EGLINTON, T. I.; DONNELLY, J.P.; GALY,
V.; POUSSART, P.; HUGHEN, K.; MCNICHOL, A.P.; XU, L.; REDDY, C. M.
Significance of perylene for source allocation of terrigenous organic matter in aquatic
sediments. *Environ. Sci. Technol.* v.53, 2019, p.8244–8251.
- HARTREE, E. F. 1972. “Determination of Protein: A Modification of the Lowry
Method That Gives a Linear Photometric Response.” *Analytical Biochemistry* 48:
422–27. <https://doi.org/10.1007/BF01412567>.
- HE, Y.; GUAN, W.; XUE, D.; LIU, L.; PENG, C.; LIAO, B.; HU, J.; ZHU, Q.A.;
YANG, Y.; WANG, X.; ZHOU, G.; CHEN, H. Comparison of methane emissions
among invasive and native mangrove species in Dongzhaigang, Hainan Island.
Total Environ. v.697, 2019, p.133945.
- HIEN, H.T.; MARCHAND, C.; AIMÉ, J.; CUC, N.T.K. SEasonal variability of CO₂
emissions from sediments in planted mangroves (Northern Viet Nam). *Estuar.
Coast. Shelf Sci.* v.213, 2018, p.28–39.
- HINOKIDANI, K., AND YASUHIRO N. 2019. “Dissolved Iron Elution from
Mangrove Ecosystem Associated with Polyphenols and a Herbivorous Snail.”
Ecology and Evolution 9 (12): 6772–84. <https://doi.org/10.1002/ece3.5199>.

- HONDA, M.; SUZUKI, N. Toxicities of polycyclic aromatic hydrocarbons for aquatic animals. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. v.17, 2020, p.1363.
- HSU, L. C.; YU T.L.; AND YU, M. T. 2015. “Comparison of the Spectroscopic Speciation and Chemical Fractionation of Chromium in Contaminated Paddy Soils.” *Journal of Hazardous Materials* 296: 230–38.
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2015.03.044>.
- HUANG, J.; FEI LI, G. Z.; WENCHU L.; XIAOLONG, H.; ZHIHUA X.; HAIPENG W.; ET AL. 2016. “Integrating Hierarchical Bioavailability and Population Distribution into Potential Eco-Risk Assessment of Heavy Metals in Road Dust: A Case Study in Xiandao District, Changsha City, China.” *Science of the Total Environment* 541: 969–76. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.139>.
- HUBBART, J.A.; LINK, T.E.; GRAVELLE, J.A.; ELLIOT, W.J. Timber harvest impacts on water yield in the continental/maritime hydroclimatic region of the United States. *For. Sci.* v. 53, 2007, p.169–180.
- IBAMA Roteiro Metodológico para Gestão de Área de Proteção Ambiental. Brasília. 2001, 239 pp.
- IBGE – Brasil em Síntese. Revisão 2018. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/sao-goncalo/panorama> (acesso em 10/03/2021).
- ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Atlas dos manguezais do Brasil. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2018. Disponível em:
<https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/manguezais/atlas_dos_manguezais_do_brasil.pdf>. Acesso em: 15/04/2021.
- INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER—IARC Polynuclear aromatic compounds PART 1. *Chem Environ Exp*. 1987.

- IPCC. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme; Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K., Eds.; GES: Hayama, Japan. 2006.
- ISO 17402:2008. Soil quality — Requirements and guidance for the selection and application of methods for the assessment of bioavailability of contaminants in soil and soil materials. <https://www.iso.org/standard/38349.html> (accessed on 24/04/2021)
- JAKOVAC, C.C.; LATAWIEC, A.E.; LACERDA, E.; LUCAS, I.L.; KORYS, K.N.; IRIBARREM, A.; MALAGUTI, G.A.; TURNER, R.K.; LUISETTIE, T.; STRASSBURG, B.B.N. Costs and carbon benefits of mangrove conservation and restoration: a global analysis. *Ecological Economics*. v.176, 2020, p.106758
- JIANG, C.; ALEXANDER, R.; KAGI, R.I.; MURRAY, A.P. Origin of perylene in ancient sediments and its geological significance. *Organic Geochemistry*. v.31, 2000, p.1545-1559.
- KAISER, D.; SCHULZ-BULL, D.E.; WANIEK, J.J. Profiles and inventories of organic pollutants in sediments from the central Beibu Gulf and its coastal mangroves. *Chemosphere*. v.153, 2016, p.39-47.
- KAUFFMAN, J. B.; ARIFANTI, V. B.; HERNÁNDEZ TREJO, H.; GARCÍA, M.C.J.; NORFOLK, J.; CIFUENTES, M.; HADRIYANTO, D.; MURDIYARSO, D.. The jumbo carbon footprint of a shrimp: carbon losses from mangrove deforestation. *Frontiers in Ecology and the Environment* v.15, 2017, p.183-188.
- KAUFFMAN, J.B.; ADAME, M.F.; ARIFANTI, V.B.; BEERS, L.M.; BERNARDINO, A.F.; BHOMIA, R.K.; DONATO, D.C.; FELLER, I.C.; FERREIRA, T.O.; GARCIA, M.C.J.; MACKENZIE, R.A.; MEGONIGAL, J.P.; MURDYIARSO, D.; SIMPSON, L.; TREJO, H.H. Total ecosystem carbon stocks of mangroves across

- broad global environmental and physical gradients, *Ecol. Monogr.* v.90, 2020, p. e01405.
- KAWAMURA, K., ISHIWATARI, R., OGURA, K. Early diagenesis of organic matter in the water column and sediments: microbial degradation and resynthesis of lipids in Lake Haruna. *Organic Geochemistry*. v.4, 1987, p.251-264.
- KISNIERIENE, VILMA, AND INDRE LAPEIKAITE. 2015. "When Chemistry Meets Biology: The Case of Aluminium - A Review." *Chemija* 26 (3): 148–58.
- KJELDSSEN, PETER, MORTON A. BARLAZ, ALIX P. ROOKER, ANDERS BAUN, ANNA LEDIN, AND THOMAS H. CHRISTENSEN. 2002. "Present and Long-Term Composition of MSW Landfill Leachate: A Review." *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 32 (4): 297–336.
<https://doi.org/10.1080/10643380290813462>.
- KOTCHEN, M. Public Goods. A draft chapter prepared for *Environmental and Natural Resource Economics: An Encyclopedia*, J. Whitehead and T. Haab (eds.), Santa Barbara, CA: ABC-CLIO, Inc. 2012.
- KRISTENSEN, E.; BOUILLON, S.; DITTMAR, T.; MARCHAND, C. Organic carbon dynamics in mangrove ecosystems: a review. *Aquat. Botany*. v.89, 2008, p.201–219.
- KRISTENSEN, E.; CONNOLLY, R.M.; OTERO, X.L.; MARCHAND, C.; FERREIRA, T.O.; RIVERA-MONROY, V.H. Biogeochemical cycles: global approach and perspectives. In *Mangrove Ecosystems: A Global and Biogeographic Perspectives*. Rivera-Monroy, V.H., Lee, S.Y., Kristensen, E., Twilley, R.R., Eds.; Springer: Cham, Switzerland. 2017. p. 163–209.
- L. MILHOME, MARIA APARECIDA, JAYME WELTON B. HOLANDA, JOSÉ RIBEIRO DE ARAÚJO NETO, AND RONALDO F. DO NASCIMENTO. 2018.

- “Diagnosis of Contamination of Soil by Toxic Metals from Urban Solid Waste and Influence of Organic Matter.” *Revista Virtual de Química* 10 (1): 59–72.
<https://doi.org/10.21577/1984-6835.20180007>.
- LAANBROEK, H. J. Bacterial cycling of minerals that affect plant-growth in waterlogged soils - a review. *Aquat. Bot.* v.38, 1990, p.109–125.
- LALLAS, P. L. The Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutions (POPs). United Nation Environment Program – UNEP. *American J. Internantional Law.* v.95, 2001, p.692-708.
- LARDOSA, E.I.; SIMÕES, M.; SOARES, M.L.G. Cartografia das áreas de ocorrência de manguezais no Estado do rio de janeiro através da integração de múltiplas fontes de dados. *Revista Brasileira de Cartografia* v.65, 2013, p.1-14.
- LARSSON, MAJA A., STIJN BAKEN, JON PETTER GUSTAFSSON, GOLSHID HADIALHEJAZI, AND ERIK SMOLDERS. 2013. “Vanadium Bioavailability and Toxicity to Soil Microorganisms and Plants.” *Environmental Toxicology and Chemistry* 32 (10): 2266–73. <https://doi.org/10.1002/etc.2322>.
- LEMA, J. M., R. MENDEZ, AND R. BLAZQUEZ. 1988. “Characteristics of Landfill Leachates and Alternatives for Their Treatment: A Review.” *Water, Air, and Soil Pollution* 40 (3–4): 223–50. <https://doi.org/10.1007/BF00163730>.
- LEWIS, M.A.; RUSSELL, M.J. Contaminant profiles for surface water, sediment, flora and fauna associated with the mangrove fringe along middle and lower eastern Tampa Bay. 2015. *Mar. Poll. Bull.* 95:273-282.
- LI, G., XIA, X., YANG, Z., WANG, R., VOULVOULIS, N. Distribution and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in the middle and lower reaches of the Yellow River. *China. Environ. Pollut.* v.144, 2006, p.985–993.

- LIGNANI, L. B. Os debates sobre o DDT na trajetória de Waldemar Ferreira de Almeida (1965-1973): toxicologia dos agrotóxicos e articulação entre Ciência, Saúde e Ambiente. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*. v.7, 2018, p.123-144.
- LOGANATHAN, P., R. G. BURAU, AND D. W. FUERSTENAU. 1977. “Influence of PH on the Sorption of Co ²⁺ , Zn ²⁺ and Ca ²⁺ by a Hydrous Manganese Oxide .” *Soil Science Society of America Journal* 41 (1): 57–62.
<https://doi.org/10.2136/sssaj1977.03615995004100010020x>.
- LU, X., CHEN, C., ZHANG, S., HOU, Z., YANG, J. Concentration levels and ecological risks of persistent organic pollutants in the surface sediments of Tianjin coastal area, *China. Sci. World J.* 2013, p.1–8.
- LU, XUEQIANG, YAN ZHANG, HONGLEI LIU, MEINAN XING, XIAOLONG SHAO, FENG ZHAO, XIAOJUAN LI, ET AL. 2014. “Influence of Early Diagenesis on the Vertical Distribution of Metal Forms in Sediments of Bohai Bay, China.” *Marine Pollution Bulletin* 88 (1–2): 155–61.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.09.011>.
- LYIMO, T. J.; POL, A.; OP DEN CAMP, H. J. Sulfate reduction and methanogenesis in sediments of Mtoni mangrove forest, Tanzania. *Ambio*. v.31, 2002, p.614–616.
- MACHADO, ANDERSON DE SOUZA, KATE SPENCER, WERNER KLOAS, MARCO TOFFOLON, AND CHRISTIANE ZARFL. 2016. “Metal Fate and Effects in Estuaries: A Review and Conceptual Model for Better Understanding of Toxicity.” *Science of The Total Environment* 541 (January): 268–81.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.045>.
- MACHADO, W, M MOSCATELLI, L. G. REZENDE, AND L. D. LACERDA. 2002. “Mercury, Zinc, and Copper Accumulation in Mangrove Sediments Surrounding a

- Large Landfill in Southeast Brazil.” *Environmental Pollution* 120 (2): 455–61.
[https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(02\)00108-2](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(02)00108-2).
- MAES, J.; TELLER, A.; ERHARD, M.; LIQUETE, C.; BRAAT, L.; BERRY, P.;
EGOH, B.; PUYDARRIEUX, P.; FIORINA, C.; SANTOS, F. Mapping and
Assessment of Ecosystems and their Services. *Anal. Framew. Ecosyst. Assess.
Action*, v.5, 2013, p.1–58.
- MARCHAND, C., J. M. FERNANDEZ, B. MORETON, L. LANDI, E. LALLIER-
VERGÈS, AND F. BALTZER. 2012. “The Partitioning of Transitional Metals (Fe,
Mn, Ni, Cr) in Mangrove Sediments Downstream of a Ferralitized Ultramafic
Watershed (New Caledonia).” *Chemical Geology* 300–301: 70–80.
<https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2012.01.018>.
- MARSH, J. B., AND D. B. WEINSTEIN. 1966. “Simple Charring Method for
Determination of Lipids.” *Journal of Lipid Research* 7 (4): 574–76.
[https://doi.org/10.1016/s0022-2275\(20\)39274-9](https://doi.org/10.1016/s0022-2275(20)39274-9).
- MBUSNUM, K.G.; MALLERETA, L.; DESCHAMPS, P.; KHABOUCHEA, I.; ASIA,
L.; LEBARILLIERA, S.; MENOT, G.; ONGUENE, R.; DOUMENQ, P. Persistent
organic pollutants in sediments of the Wouri Estuary Mangrove, Cameroon:
Levels, patterns and ecotoxicological significance. *Mar. Pollut. Bull.* v.160, 2020,
p.111542.
- MBUSNUM, K.G.; MALLERETA, L.; DESCHAMPS, P.; KHABOUCHEA, I.; ASIA,
L.; LEBARILLIERA, S.; MENOT, G.; ONGUENE, R.; DOUMENQ, P. Persistent
organic pollutants in sediments of the Wouri Estuary Mangrove, Cameroon: Levels,
patterns and ecotoxicological significance. *Mar. Pollut. Bull.* v.160, 2020, p.111542.
- MCGEER, J.; GERRY H.; ROMAN, L.; NICHOLAS F.; KEITH S. AND JOHN D.
2004. “Issue Paper on the Bioavailability and Bioaccumulation of Metals.” *US*

Environmental Protection Agency Risk Assessment Forum (Vol. 1200), 122.

MCLEOD, E.; CHMURA, G.L.; BOUILLON, S.; SALM, R.; BJÖRK, M.; DUARTE, C.M; LOVELOCK, C.E. SCHLESINGER, W.H.; SILLIMAN, B.R. A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Frontiers in Ecology and the Environment*. v.9, 2011, p.552–560.

MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e Categorias de áreas Protegidas no Brasil. *Ambiente e Sociedade*. v. IX, n. 1, 2016.

MELNYK, A.; DETTLAFF, A.; KUKLINSKA, K.; NAMIESNIK, J.; WOLSKA, L. Concentration and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons (HPAs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in surface soil near a municipal solid waste (MSW) landfill. *Science of the Total Environment*. v.530-531, 2015, p.18-27.

MILHOME, M. A. L., HOLANDA, J. W. B., DE ARAÚJO NETO, J. R., & DO NASCIMENTO, R. F. Diagnosis of contamination of soil by toxic metals from urban solid waste and influence of organic matter. *Revista Virtual de Química*. v.10, 2018, p.59–72.

MONTE, C.; RICARDO C.; RODRIGUES, A. P.; DANIELLE S.; ALINE S.; LETICIA A.; MATHEUS T. ET AL. 2018. “Spatial Variability and Seasonal Toxicity of Dredged Sediments from Guanabara Bay (Rio de Janeiro, Brazil): Acute Effects on Earthworms.” *Environmental Science and Pollution Research* 25 (34): 34496–509. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3338-7>.

MONTEIRO, F. F.; CORDEIRO, R. C.; SANTELLI, R. E.; MACHADO, W.; EVANGELISTA, H.; VILLAR, L. S.; BIDONE, E. D. Sedimentary geochemical record of historical anthropogenic activities affecting Guanabara Bay (Brazil) environmental quality. *Environmental Earth Sciences* v.65, 2012, p.661–1669.

- MONTEIRO, FÁBIO F., RENATO C. CORDEIRO, RICARDO E. SANTELLI, WILSON MACHADO, HEITOR EVANGELISTA, LEONARDO S. VILLAR, LUIS C.A. VIANA, AND EDISON D. BIDONE. 2012. “Sedimentary Geochemical Record of Historical Anthropogenic Activities Affecting Guanabara Bay (Brazil) Environmental Quality.” *Environmental Earth Sciences* 65 (6): 1661–69. <https://doi.org/10.1007/s12665-011-1143-4>.
- MOREIRA, LUCAS BURUAEM, ÍTALO BRAGA CASTRO, GILBERTO FILLMANN, TIAGO FARIAS PERES, INGRA KELLEN CAVALCANTE BELMINO, SILVIO TAROU SASAKI, SATIE TANIGUCHI, ET AL. 2021. “Dredging Impacts on the Toxicity and Development of Sediment Quality Values in a Semi-Arid Region (Ceará State, NE Brazil).” *Environmental Research* 193 (August 2020). <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110525>.
- MOUHOUN-CHOUAKI, SAÏDA, AREZKI DERRIDJ, DJABER TAZDAÏT, AND RYM SALAH-TAZDAÏT. 2019. “A Study of the Impact of Municipal Solid Waste on Some Soil Physicochemical Properties: The Case of the Landfill of Ain-El-Hammam Municipality, Algeria.” *Applied and Environmental Soil Science* 2019 (January): 1–8. <https://doi.org/10.1155/2019/3560456>.
- NEENU, SATHYASEELAN, AND K. S KARTHIKA. 2019. “Aluminium Toxicity in Soil and Plants.” *Harit Dhara* 2 (1): 15–19. <https://krishi.icar.gov.in/jspui/handle/123456789/24357>.
- NELLEMANN, C.; CORCORAN, E.; DUARTE, C. M.; VALDÉS, L.; DE YOUNG, C.; FONSECA, L.; GRIMSDITCH, G. Blue Carbon: A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme. 2009
- NIXON, SCOTT W. 1995. “Coastal Marine Eutrophication: A Definition, Social Causes, and Future Concerns.” *Ophelia* 41 (1): 199–219.

<https://doi.org/10.1080/00785236.1995.10422044>.

- NUMBERE, A.O. The impact of nutrient and heavy metal concentrations on waste dump soils in mangrove and non-mangrove forest in the Niger Delta, Nigeria. *J. Energy and Natural Resources*. v.8, 2019, p.109-115.
- NUMBERE, AROLOYE O., AND GERARDO R. CAMILO. 2016. "Mangrove Leaf Litter Decomposition under Mangrove Forest Stands with Different Levels of Pollution in the Niger River Delta, Nigeria." *African Journal of Ecology* 55 (2): 162–67. <https://doi.org/10.1111/aje.12335>.
- NUMBERE, AROLOYE OFO. 2019. "The Impact of Nutrient and Heavy Metal Concentrations on Waste Dump Soils in Mangrove and Non-Mangrove Forest in the Niger Delta, Nigeria." *Journal of Energy and Natural Resources* 8 (3): 109. <https://doi.org/10.11648/j.jenr.20190803.12>.
- ODUM, EUGENE P. 2004. *Fundamentos de Ecologia*. Edited by Fundação Calouste Gulbenkian. *Ecologia*. 7ª.
- PARAMESWARI, K., T. K. PADMINI, AND B. V. MUDGAL. 2015. "Assessment of Soil Contamination around Municipal Solid Waste Dumpsite." *Indian Journal of Science and Technology* 8 (36): 9–10. <https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i36/87437>.
- PATTNAIK, SWATI, AND M. VIKRAM REDDY. 2010. "Assessment of Municipal Solid Waste Management in Puducherry (Pondicherry), India." *Resources, Conservation and Recycling* 54 (8): 512–20. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.10.008>.
- PEREIRA, F. R. DE S.; KAMPEL, M.; SOARES, M. L. G.; ESTRADA, G. C. D.; BENTZ, C. e VINCENTS G. Reducing Uncertainty in Mapping of Mangrove Aboveground Biomass Using Airborne Discrete Return Lidar Data. *Remote Sens.*

2018, 10, 637; doi:10.3390/rs10040637.

PHILIPPOT, L.; RAAIJMAKERS, J.; LEMANCEAU, P.; VAN DER PUTTEN, W.

Going back to the roots: the microbial ecology of the rhizosphere. *Nat. Rev.*

Microbiol. v.11, 2013, p.789–799.

PIMENTEL, D. S. Educação Ambiental no município de São Gonçalo: desafios e oportunidades. *Estudos Ambientais em regiões metropolitanas: São Gonçalo.*

Organização Marcelo Guerra Santos. Rio de Janeiro: EdUERJ. 2012, 334p.

PIRES, I.O. Manguezais da região do recôncavo da Baía da Guanabara: revista através de mapas. *Journal of Integrated Coastal Zone Management. Special Issue v.2, 2010,* 9 p.

PNRS. 2010. “Política Nacional de Resíduos Sólidos, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; Altera a Lei No 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998; e Dá Outras Providências.” Law No. 12,305. 2010.

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm.

QUEIROZ, L.S.; ROSSI, S.; CALVET-MIR, L.; RUIZ-MALLÉN, I.; GARCÍA-BETORZ, S.; SALVÀ-PRAT, J.; MEIRELES, A.J.A. Neglected ecosystem services: highlighting the socio-cultural perception of mangroves in decision-making processes. *Ecosystem Services.* v. 26, Part A, 2017, p.37-145.

RANDS, M. R. W; ADAMS, W. M; BENNUN, L.; BUTCHART, S. H. M.;

CLEMENTS, A.; COOMES, D.; ENTWISTLE, A.; HODGE, I.; KAPOV, V.;

SCHARLEMANN, J. P. W.; SUTHERLAND, W.J.; VIRA, B. Biodiversity

Conservation: Challenges Beyond. *Science.* v.329, 2010, p.1298-1303.

RAZA, M., ZAKARIA, M.P., HASHIM, N.R., YIM, U.H., KANNAN, N., HA, S.Y.

Composition and source identification of polycyclic aromatic hydrocarbons in

mangrove sediments of peninsular Malaysia: indication of anthropogenic input. *Environ. Earth Sci.* v.70, 2013, p.425–2436.

REBELLO, A. DE LUCA, W. HAEKEL, J. MOREIRA, R. SANTELLI, AND F. SCHROEDER. 1986. “The Fate of Heavy Metals in an Estuarine Tropical System.” *Marine Chemistry* 18 (2–4): 215–25. [https://doi.org/10.1016/0304-4203\(86\)90009-5](https://doi.org/10.1016/0304-4203(86)90009-5).

REIS, C.R. Nardoto, G.B.; Oliveira, R.S. Global overview on nitrogen dynamics in mangroves and consequences of increasing nitrogen availability for these systems. *Plant Soil.* v.410, 2017, p.1–9.

RICE, DL. 1982. “The Detritus Nitrogen Problem: New Observations and Perspectives from Organic Geochemistry.” *Marine Ecology Progress Series* 9: 153–62. <https://doi.org/10.3354/meps009153>.

RIEDERER-HENDERSON, M.-A.; WILSON, P.W. Nitrogen fixation by sulphate-reducing bacteria. *J. Gen. Microbiol.* v.61, 1970, p.27–31.

RODRÍGUEZ, N.C.; VITORINO, M.I.; BERRÊDO, J.F.; JARDIM, M.A.G; SOUSA, A.M.L.; SILVA, P.V.C. Evaluation of mangrove and its role in the economy and strategy to climate change: case study of Cuiarana, Pará, in the Brazilian Amazon. *Rev. Árvore* v.43, 2019, p.1-9.

ROSA, M. 2019. As cidades devem pensar nas árvores como infraestrutura de saúde pública. ISSN 0719-8884 <<https://www.archdaily.com/903855/cities-should-think-of-trees-as-public-health-infrastructure> > (acesso em 17 de janeiro de 2019).

SABADINI-SANTOS, ELISAMARA, TABATTA S. DA SILVA, THIAGO D. LOPES-ROSA, JOÃO GRACIANO MENDONÇA-FILHO, RICARDO E. SANTELLI, AND MIRIAN A.C. C CRAPEZ. 2014. “Microbial Activities and Bioavailable Concentrations of Cu, Zn, and Pb in Sediments from a Tropic and

- Eutrothicated Bay.” *Water, Air, and Soil Pollution* 225 (5).
<https://doi.org/10.1007/s11270-014-1949-2>.
- SANTOS, C.C., SOARES, L.S., CORREA, J.A.M. Occurrence and sources of priority polycyclic aromatic hydrocarbons in sediment samples along the Aurá River (Northern Brazil). *Geochimica Brasiliensis*. v.30, 2016, p.26-32.
- SANTOS, J. E. S. Desafios da implementação da política nacional de resíduos sólidos: a gestão de RSU no município de São Gonçalo/RJ. 117p. 2018. Tese de Mestrado – UERJ – Faculdade de Engenharia.
- SCHOLANDER, P. F.; VANDAM, L.; SCHOLANDER, S. I. Gas exchange in the roots of mangroves. *Am. J. Bot.* v.42, 1955, p.92–98.
- SCHUMACHER, BRIAN A. 2002. “NCEA-C- 1282 Methods for the Determination of Total Organic Carbon (TOC) in Soils and Sediments.” *United States Environmental Protection Agency*. Las Vegas, NV: Ecological Risk Assessment Support Center Office of Research and Development US. Environmental Protection Agency. <https://doi.org/10.1097/00010694-194704000-00001>.
- SHIAU, Y.J.; BURCHELL, M.R.; KRAUSS, K.W.; BIRGAND, F.; BROOME, S.W. Greenhouse gas emissions from a created brackish marsh in eastern North Carolina. *Wetlands*. v.36, 2016, p.1009–1024.
- SHIAU, Y.J.; LIN, M.F.; TAN, C.C.; TIAN, G.; CHIU, C.Y. Assessing N₂ fixation in estuarine mangrove soils. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* v.189, 2017, p.84–89.
- SILVA, A. M. de M. Estudo do peso específico de resíduos sólidos urbanos [Rio de Janeiro] 106p. 2004. Tese de Mestrado – UFRJ – COPPE.
- SILVA, F.S., J A P BITENCOURT, F SAVERGNINI, L V GUERRA, J A BAPTISTA-NETO, AND M A C CRAPEZ. 2011. “Bioavailability of Organic Matter in the Superficial Sediment of Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil.” *Anuário Do*

Instituto de Geociências 34 (1): 52–63.

SILVA, FRED B., JANILSON F. SILVA, RANILSON S. BEZERRA, AND PAULO J.

P. SANTOS. 2017. “Are Biochemical Composition Parameters of Sediment Good Tools for Assessing the Environmental Quality of Estuarine Areas in Tropical Systems?” *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 99 (1): 9–18. <https://doi.org/10.1017/S0025315417001795>.

SILVA. C.A. 2012. Processo de urbanização em São Gonçalo no contexto metropolitano do Rio de Janeiro e suas consequências socioambientais. In: Guerra, M. (org). Estudos ambientais em regiões metropolitanas: São Gonçalo. Rio de Janeiro: EDUERJ p. 41-56.

SINGH, RAJEEV PRATAP, POOJA SINGH, ADEMIR S.F. ARAUJO, M. HAKIMI IBRAHIM, AND OTHMAN SULAIMAN. 2011. “Management of Urban Solid Waste: Vermicomposting a Sustainable Option.” *Resources, Conservation and Recycling* 55 (7): 719–29. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.02.005>.

SINIR. 2010. “SINIR - Sistema Nacional de Informações Sobre Gestão de Resíduos Sólidos).” 2010. <https://sinir.gov.br/>.

SMITH, C. J., P. HOPMANS, AND F. J. COOK. 1996. “Accumulation of Cr, Pb, Cu, Ni, Zn and Cd in Soil Following Irrigation with Treated Urban Effluent in Australia.” *Environmental Pollution* 94 (3): 317–23. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(96\)00089-9](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(96)00089-9).

SOARES-GOMES, A., B. A.P. DA GAMA, J. A. BAPTISTA NETO, D. G. FREIRE, R. C. CORDEIRO, W. MACHADO, M. C. BERNARDES, R. COUTINHO, F. L. THOMPSON, AND R. C. PEREIRA. 2016. “An Environmental Overview of Guanabara Bay, Rio de Janeiro.” *Regional Studies in Marine Science* 8: 319–30. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2016.01.009>.

- SOUSA, L.C., RODRIGUES, C.C.S., MENDES, R.A., CORRÊA, J.A.M. PAH Profiles in Suspended Particulate Matter from an Urbanized River Within the Brazilian Amazon. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. v.105, 2020, p.86–94.
- SPROVIERI, M.; FEO, M.L.; PREVEDELLO, L.; MANTA, D.S.; SAMMARTINO, S.; TAMBURRINO, S.; MARSELLA, E. Heavy metals, polycyclic aromatic hydrocarbons and polychlorinated biphenyls in surface sediments of the Naples harbor (southern Italy). *Chemosphere*. v.67, 2007, p.998–1009.
- STADMARK, J.; LEONARDSON, L. Emissions of greenhouse gases from ponds constructed for nitrogen removal. *Ecol. Eng.* v.25, 2005, p.542–551.
- STRULLU-DERRIEN, C.; SELOSSE, M. A.; KENRICK, P.; MARTIN, F. M. The Origin and Evolution of Mycorrhizal Symbioses: From Palaeomycology to Phylogenomics. *New Phytol.* v.220, 2018, p.1012–1030.
- TAILLARDAT, P.; DANIEL A. Friess, and Massimo Lupascu. 2018. “Mangrove Blue Carbon Strategies for Climate Change Mitigation Are Most Effective at the National Scale.” *Biology Letters* 14 (10). <https://doi.org/10.1098/rsbl.2018.0251>.
- TAILLARDAT, P.; FRIESS, DA.; LUPASCU M. Mangrove blue carbon strategies for climate change mitigation are most effective at the national scale. *Biol. Lett.* v.14, 2018, p.20180251.
- TAKETANI, R. G.; YOSHIURA, C. A.; DIAS, A. C. F.; ANDREOTE, F. D.; TSAI, S. M. Diversity and identification of methanogenic archaea and sulphate-reducing bacteria in sediments from a pristine tropical mangrove. *Antonie van Leeuwenhoek*. v.97, 2010, p.401–411.

- TAMRU, A T, AND S CHAKMA. 2015. “Mathematical Modeling for Landfill Leachate Pollution Index Error Estimation.” *Discovery* 41 (October): 7.
- TAMRU, A T, AND S CHAKMA.. 2016. “Effects of Landfilled MSW Stabilization Stages on Composition of Landfill Leachate : A Review.” *International Journal of Engineering Research & Technology* 4 (03): 1–4.
- TANG, J.; YE, S.; CHEN, X.; YANG, H.; SUN, X.; WANG, F.; WEN, Q.; CHEN, S. Coastal blue carbon: Concept, study method, and the application to ecological restoration. *Science China Earth Sciences*. v.61, 2018, p.637–646.
- TANG, Z., GUO, J., LIAO, H., ZHAO, X., WU, F., ZHU, Y., ZHANG, L., GIESY, J.P. Spatial and temporal distribution and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments of Taihu Lake, eastern China. *Environ. Sci. Pollut. Res.* v.22, 2014, p.5350–5358.
- TARIQ, A.; VU, Q.D.; JENSEN, L.S.; DE TOURDONNET, S.; SANDER, B.O.; WASSMANN, R.; VAN MAI, T.; DE NEERGAARD, A. Mitigating CH₄ and N₂O emissions from intensive rice production systems in northern Vietnam: Efficiency of drainage patterns in combination with rice residue incorporation. *Agric. Ecosyst. Environ.* v.249, 2017, p.101–111.
- TEEB. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. Kumar, P., Ed. Earthscan: London, UK; Washington, DC, USA. 2010.
- TOGNELLA-DE-ROSA, M.M.P.; RABELO CUNHA, S.; SOARES, M.L.G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y; LUGLI, D.O. Mangrove evaluation-an essay. *J. Coastal Research*. v.SI 39, 2006, p.1219-1224.
- TORO, DOMINIC M. DI, JOHN D. MAHONY, DAVID J. HANSEN, K. JOHN SCOTT, MICHAEL B. HICKS, SUZANNE M. MAYR, AND MICHELE S.

- REDMOND. 1990. "Toxicity of Cadmium in Sediments: The Role of Acid Volatile Sulfide." *Environmental Toxicology and Chemistry* 9 (12): 1487–1502. <https://doi.org/10.1002/etc.5620091208>.
- TORRETTA, VINCENZO, NAVARRO FERRONATO, IOANNIS KATSOYIANNIS, ATHANASIA TOLKOU, AND MICHELA AIROLDI. 2017. "Novel and Conventional Technologies for Landfill Leachates Treatment: A Review." *Sustainability* 9 (1): 9. <https://doi.org/10.3390/su9010009>.
- TÓTH, GERGELY, TAMÁS HERMANN, GÁBOR SZATMÁRI, AND LÁSZLÓ PÁSZTOR. 2016. "Maps of Heavy Metals in the Soils of the European Union and Proposed Priority Areas for Detailed Assessment." *Science of the Total Environment* 565: 1054–62. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.115>.
- TSELEPIDES, ANASTASIOS, THALIA POLYCHRONAKI, DANIELA MARRALE, IOANNA AKOUMIANAKI, ANTONIO DELL'ANNO, ANTONIO PUSCEDDU, AND ROBERTO DANOVARO. 2000. "Organic Matter Composition of the Continental Shelf and Bathyal Sediments of the Cretan Sea (NE Mediterranean)." *Progress in Oceanography* 46 (2–4): 311–44. [https://doi.org/10.1016/S0079-6611\(00\)00024-0](https://doi.org/10.1016/S0079-6611(00)00024-0).
- USEPA. 1996. "Method 3050b: Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils." *United States Environmental Protection Agency*. https://doi.org/10.18907/jjsre.18.7_723_2.
- VEZZULLI, LUIGI, AND MAURO FABIANO. 2006. "Sediment Biochemical and Microbial Variables for the Evaluation of Trophic Status along the Italian and Albanian Continental Shelves." *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 86 (1): 27–37. <https://doi.org/10.1017/S0025315406012823>.
- WDOWCZYK, ALEKSANDRA, AND AGATA SZYMAŃSKA-PULIKOWSKA.

2020. "Differences in the Composition of Leachate from Active and Non-Operational Municipal Waste Landfills in Poland." *Water* 12 (11): 3129.
<https://doi.org/10.3390/w12113129>.
- WEI, YU LING, YAW WEN YANG, AND JYH FU LEE. 2005. "Lead Speciation in 0.1N HCl-Extracted Residue of Analog of Pb-Contaminated Soil." *Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena* 144–147: 299–301.
<https://doi.org/10.1016/j.elspec.2005.01.218>.
- WENDLING, LAURA A., JASON K. KIRBY, AND MICHAEL J. MCLAUGHLIN. 2009. "Aging Effects on Cobalt Availability in Soils." *Environmental Toxicology and Chemistry* 28 (8): 1609–17. <https://doi.org/10.1897/08-544.1>.
- YAN, X.; LIU, M.; ZHONG, J.; GUO, J.; WU, W. How human activities affect heavy metal contamination of soil and sediment in a long-term reclaimed area of the Liaohe River Delta, North China. *Sustainability*. v.10, 2018, p.338.
- YAN, XIAOLU, MIAO LIU, JINGQIU ZHONG, JINTING GUO, AND WEN WU. 2018. "How Human Activities Affect Heavy Metal Contamination of Soil and Sediment in a Long-Term Reclaimed Area of the Liaohe River Delta, North China." *Sustainability (Switzerland)* 10 (2): 1–19.
<https://doi.org/10.3390/su10020338>.
- YANG, DAN, M. WANG, HAOLIANG LU, ZHENHUA DING, JINGCHUN LIU, AND CHONGLING YAN. 2019. "Magnetic Properties and Correlation with Heavy Metals in Mangrove Sediments, the Case Study on the Coast of Fujian, China." *Marine Pollution Bulletin* 146 (July): 865–73.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.035>.
- YIN, QIN, HAIHONG YAN, XIAOYA GUO, YU LIANG, XINGZHI WANG, QIAN YANG, SHUQI LI, XIANQI ZHANG, YUEXI ZHOU, AND YUEGANG NIAN.

2020. "Remediation Technology and Typical Case Analysis of Informal Landfills in Rainy Areas of Southern China." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17 (3). <https://doi.org/10.3390/ijerph17030899>.
- YUAN, H., LIU, E., ZHANG, E., LUO, W. Historical records and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons (HPAs) and organochlorine pesticides (OCPs) in sediment from a representative plateau lake, China. *Chemosphere*. v.173, 2017, p.78e88.
- YUNKER, M.B., MACDONALD, R.W., VINGARZAN, R., MITCHELL, R.H., GOYETTE, D., SYLVESTRE, S. HPAs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition. *Org. Geochem*. v.33, 2002, p.489–515.
- ZAMPROGNO G. C.; TOGNELLA M. M. P.; QUARESMA V. S.; COSTA M. B.; PASCOALINI S.S.; COUTO G. F. The structural heterogeneity of an urbanised mangrove forest area in southeastern Brazil: Influence of environmental factors and anthropogenic stressors. *Brazilian J. Oceanogr*. v.64, 2016, p.157-172
- ZHANG, C-J.; PAN, J.; LIU, Y.; DUAN, C-H.; LI, M. Genomic and transcriptomic insights into methanogenesis potential of novel methanogens from mangrove sediments. *Microbiome*. v.8, 2020, p.94.
- ZHANG, D., LIU, J., JIANG, X., CAO, K., YIN, P., ZHANG, X. Distribution, sources and ecological risk assessment of HPAs in surface sediments from the Luan River Estuary, China. *Mar. Pollut. Bull*. v.102, 2016, p.223–229.
- ZHANG, Y.; ZHAO, M. X.; CUI, Q.; FAN, W.; QI, J. G.; CHEN, Y.; ZHANG, Y, Y.; GAO, K. S.; FAN, J. F.; WANG, G. Y.; YAN, C. L.; LU, H. L.; LUO, Y. W.; ZHANG, Z. L.; ZHENG, Q.; XIAO, W.; JIAO, N. Z. Processes of coastal ecosystem carbon sequestration and approaches for increasing carbon sink. *Sci China Earth Sci*. v.60, 2017, p.809–820.

ZHAO, Z., ZHUANG, Y.X., GU, J.D., Abundance, composition and vertical distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments of the Mai Po Inner Deep Bay of Hong Kong. *Ecotoxicology* v.21, 2012, p.1734–1742.

ZHENG, H.; XING, X. L.; GU, Y.S.; GUI, F.K.; QI, S.H.; HUANG, H.F. Distribution characteristics of polycyclic aromatic hydrocarbons in different environmental media from Qingbang Island, Zhoushan, China. *Huanjing Kexue. Environmental Science.* v.37, 2016, p.513–519.

ZWOLSMAN, JOHN J.G., G. W. BERGER, AND G. T.M. VAN ECK. 1993.

“Sediment Accumulation Rates, Historical Input, Postdepositional Mobility and Retention of Major Elements and Trace Metals in Salt Marsh Sediments of the Scheldt Estuary, SW Netherlands.” *Marine Chemistry* 44 (1): 73–94.

[https://doi.org/10.1016/0304-4203\(93\)90007-B](https://doi.org/10.1016/0304-4203(93)90007-B).

ANEXO I

Lei complementar nº 031/2018, dispõe sobre alterações na Lei Complementar do plano diretor. Lei complementar nº 32/2018 Dispõe sobre o uso e a ocupação do solo urbano do município de São Gonçalo, revogando as leis antiga 315/2010.

medidas mitigadoras, potencializadoras e compensatórias correrão por conta do Responsável pelo empreendimento.

Art. 28 – Revogam-se as disposições em contrário.

Art. 29 – Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação.

São Gonçalo, 09 de julho de 2018.

JOSE LUIZ NANJI
Prefeito

LEI COMPLEMENTAR Nº 031/2018

DISPÕE SOBRE ALTERAÇÕES NA LEI COMPLEMENTAR Nº 001/2009 – PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO, REVOGANDO A LEI Nº 268/2010 E AS DEMAIS DISPOSIÇÕES EM CONTRÁRIO, E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.

Faço saber que a Câmara Municipal APROVOU e EU SANCIONO a seguinte LEI COMPLEMENTAR:

Art. 1º – Ficam alterados os Anexos I e II e seus Incisos I e II, respectivamente, e ficam revogados os Anexos III, IV, V, VI, VII e VIII e seus Incisos III, IV, V, VI, VII e VIII, respectivamente, do Art. 6º, passando o artigo a vigorar com a seguinte redação:

“Art. 6º – Integram esta Lei Complementar os seguintes Anexos:

- I – Anexo I – Perímetro do Município;
- II – Anexo II – Macrozonas.”

Art. 2º – Fica alterada a redação do Art. 7º, Inciso XIX, vigorando com a seguinte redação:

“XIX – zonas de uso: subdivisões das Macrozonas, determinadas na Lei de Uso e Ocupação do Solo, onde são estabelecidas as normas de uso e ocupação específicas.”

Art. 3º – Fica alterada a redação do Art. 19, vigorando com a seguinte redação:

“Art. 19 – Ficam instituídas as seguintes Macrozonas integradas no Município de São Gonçalo, conforme Anexo II desta Lei Complementar:

- I – M1 – Macrozona de Preservação Ambiental;
- II – M2 – Macrozona de Desenvolvimento Rural Sustentável;
- III – M3 – Macrozona de Desenvolvimento Urbano Sustentável.”

Art. 4º – Revoga os Artigos 20, 21, 22, 23, 24 e 25.

Art. 5º – Fica alterada a nomenclatura do Capítulo I, do Título III e a redação do Art. 26, vigorando com a seguinte redação:

“CAPÍTULO I – M1 – DA MACROZONA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL”

“Art. 26 – Entende-se como M1 – Macrozona de Preservação Ambiental, as porções do território que contemplam as Unidades de Conservação da Natureza existentes e/ou que possam vir a ser criadas, cujo objetivo básico é a preservação da natureza e onde as áreas naturais são passíveis de proteção por suas características especiais.”

Art. 6º – Revoga os Artigos 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 e 34.

Art. 7º – Fica alterada a nomenclatura do Capítulo II, do Título III e a redação do Art. 35, vigorando com a seguinte redação:

“CAPÍTULO II – M2 – DA MACROZONA DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL”

“Art. 35 – Entende-se como M2 – Macrozona de Desenvolvimento Rural Sustentável, as porções do território destinadas a proteger e incentivar o uso adequado da terra e dos recursos naturais, nas áreas com potencial para a agricultura familiar e assentamentos rurais.”

Art. 8º – Cria-se o Capítulo III, do Título III e a redação do Art. 35-A, vigorando com a seguinte redação:

“CAPÍTULO III – M3 – DA MACROZONA DE DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL”

“Art. 35-A – Entende-se como M3 – Macrozona de Desenvolvimento Urbano Sustentável, as porções do território que conciliam o crescimento da cidade com a sua qualificação ambiental. Sendo o planejamento e a gestão urbana meios para se promover o desenvolvimento socioespacial da cidade de forma ordenada e consciente.”

Art. 9º – Revoga os Artigos 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 e 43.

D.O.E. - 10/07/2018

Art. 10 – Cria-se o Parágrafo Único do Art. 55, vigorando com a seguinte redação:

“Parágrafo Único. As Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS coincidem com as Áreas Especiais de Interesse Social – AE, definidas na Lei de Uso e Ocupação do Solo.”

Art. 11 – Revoga o Art. 59 e seu parágrafo único.

Art. 12 – Fica alterada a redação do Art. 61, vigorando com a seguinte redação:

“Art. 61 – Ficam definidas como áreas passíveis de aplicação dos instrumentos previstos no art. 54 desta Lei Complementar, de acordo com os Incisos I e II do §4º do art. 182 da Constituição Federal e com os §§1º, 2º e 3º, do art. 7º, da Lei Federal nº10.257, de 10 de julho de 2001 – Estatuto da Cidade, os lotes ou glebas não edificados, subutilizados ou não utilizados, que estejam localizados na:

- I – M2 – Macrozona de Desenvolvimento Rural Sustentável;
- II – M3 – Macrozona de Desenvolvimento Urbano Sustentável.”

Art. 13 – Fica alterada a redação do Art. 78, vigorando com a seguinte redação:

“Art. 78 – O Poder Executivo poderá outorgar de forma onerosa, autorização para construir acima do coeficiente de aproveitamento básico até os limites máximos, definidos na Lei de Uso e Ocupação do Solo.

Art. 14 – Revoga o Art. 82.

Art. 15 – Revoga o parágrafo único do Art. 98.

Art. 16 – Revoga os Art. 101.

Art. 17 – Revoga o Art. 116.

Art. 18 – Revoga o Art. 120 e seu parágrafo único.

Art. 19 – Fica revogada a Lei Nº 268/2010 e as demais disposições em contrário.

Art. 20 – Esta Lei Complementar entrará em vigor na data de sua publicação.

São Gonçalo, 09 de julho de 2018.

JOSE LUIZ NANJI
Prefeito

LEI COMPLEMENTAR Nº 032/2018

DISPÕE SOBRE O USO E A OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO DO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO, REVOGANDO AS LEIS Nº 315/2010, Nº 316/2010, AS LEIS COMPLEMENTARES Nº 007/2010, Nº 011/2011, Nº 016/2011, Nº 019/2011, Nº 002/2012, Nº 020/2012, OS DECRETOS Nº 001/2012, Nº 305/2012, Nº 158/2015 E AS DISPOSIÇÕES EM CONTRÁRIO, E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.

Faço saber que a Câmara Municipal APROVOU e EU SANCIONO a seguinte LEI COMPLEMENTAR:

CAPÍTULO I – DOS OBJETIVOS

Art. 1º – A presente Lei Complementar dispõe sobre o uso e ocupação do solo urbano no Município de São Gonçalo.

Art. 2º – Esta Lei Complementar tem por objetivos:

- I – Promover o ordenamento territorial e o desenvolvimento urbano e socioambiental sustentável;
- II – Incentivar a ocupação e o adensamento dos locais mais bem-dotados de mobilidade e infraestrutura urbana;
- III – Promover a implantação das atividades no território, de forma a minimizar os impactos de vtzinhança e ambiental;
- IV – Preservar as Unidades de Conservação da Natureza que existem e que possam vir a ser criadas;
- V – Considerar as Interferências existentes do território que possam impactar na ocupação de áreas, sejam de caráter ambiental, cultural, turística ou social, entre outros.
- VI – Adotar parâmetros urbanísticos adequados para cada categoria de zona de uso.

CAPÍTULO II – DAS DEFINIÇÕES

Art. 3º – As definições para as terminologias utilizadas nesta Lei Complementar encontram-se descritas no Anexo III.

CAPÍTULO III – DA CATEGORIZAÇÃO DO TERRITÓRIO

Art. 4º – O território municipal será categorizado por Zonas de Uso, que poderão ser sobrepostas por Áreas Especiais.

Art. 5º – As Zonas de Uso consistem na categorização do território seguindo critérios próprios de diferenciação de

3

nuidade de esforços permanentemente disponibilizados para os usuários;

VIII - vinculação das iniciativas de tratamento e recuperação a pesquisas científicas com enfoque na avaliação;

IX - avaliação dos resultados da Justiça Terapêutica como medida judicial por equipe multidisciplinar, procedendo aos ajustes necessários e adequando às realidades da região;

X - garantia da articulação em rede nacional de assistência social, saúde e educação, usando a integralidade das ações de acordo com a realidade local;

XI - definição das normas básicas, avaliação e fiscalização do funcionamento de instituições dedicadas a atenção e a reinserção social e ocupacional, destinando recursos financeiros e técnicos para implementar esse processo.

Art. 11 - Constituem atividades de redução da oferta ao usuário e ao dependente de drogas, para efeito desta Política, aquelas ações estratégicas e especializadas de segurança pública que visem à diminuição, ao monitoramento e ao controle do mercado de drogas.

Art. 12 - Constituem atividades de estudos, pesquisa e avaliação, para efeito desta Política, aquelas direcionadas ao planejamento de diagnósticos e pesquisas, seguindo metodologia científica adequada para a produção destes conhecimentos.

Art. 13 - As atividades de estudos, pesquisa e avaliação devem observar as seguintes diretrizes:

I - promoção periódica e regular de levantamentos abrangentes e sistemáticos sobre o consumo de drogas, incentivando a realização de pesquisas dirigidas, além daquelas voltadas para populações específicas;

II - incentivo ao desenvolvimento e a implementação de princípios que direcionem ações, projetos e programas preventivos, validados cientificamente;

III - monitoramento do papel da mídia e seu potencial de incentivar ou prevenir o uso de álcool e outras drogas, bem como os danos relacionados a esse uso;

IV - implantação do Observatório Municipal de Informações sobre Drogas, responsável pela reunião, manutenção e análise de dados referentes ao fenômeno do consumo de drogas, que permitam estabelecer e gerenciar uma rede de informações epidemiológicas sobre o uso de drogas;

V - oferta de informações oportunas e confiáveis para o desenvolvimento de ações, projetos, programas de prevenção, atenção, redução de danos e redução da oferta e para o intercâmbio com instituições estrangeiras e organizações multinacionais similares;

VI - apoio e estímulo a pesquisas e inovações tecnológicas voltadas para a prevenção, a redução do uso e dependência de drogas, avaliando o impacto sobre a sociedade;

VII - estabelecimento de processo sistemático e contínuo de gestão e de avaliação para acompanhar o desenvolvimento desta Política, de forma a permitir eventual correções.

Art. 14 - O Poder Executivo regulamentará essa Lei, no que couber.

Art. 15 - As despesas decorrentes desta Lei correrão por conta do orçamento municipal em vigor, suplementadas se necessário.

Art. 16 - Esta Lei em vigor na data de sua publicação.

São Gonçalo, 06 de dezembro de 2018.

JOSE LUIZ NANJI

Prefeito

Projeto de Lei nº 023/2017

Autoria: Vereador Dr. Armando Marins

PGM

CORREÇÃO DA PORTARIA Nº 111/PGM/GAB/2018.

Publicado no Diário Eletrônico Oficial em 06 de Dezembro de 2018.

Onde se lê: ..., Designa o servidor MANUEL FELIPE PEREIRA PINTO MONTEIRO, MATRÍCULA 118421, em substituição ao servidor LUIZ TUBENCHLAK FILHO, MATRÍCULA 118708 ...

Leia - se: ..., Designa o servidor LUIZ TUBENCHLAK FILHO, MATRÍCULA 118708, em substituição ao servidor MANUEL FELIPE PEREIRA PINTO MONTEIRO, MATRÍCULA 118421 ...

São Gonçalo, 06 de dezembro 2018.

VITOR MARCELO ARANHA AFONSO RODRIGUES

Procurador Geral

D.O.E. - 10/12/2018

SEMAD

EXTRATO DO TERMO DE AJUSTE DE CONTAS E RECONHECIMENTO DE DÍVIDA

PARTES: MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO E MINIMERCADO JOSCARMAR LTDA.

OBJETO: Fornecedor de garrafas de água de 20 litros, referente aos meses de agosto, setembro e outubro de 2018.

PROCESSOS: Nº. 47.186/18 41.338/18 e 50.406/18.

VALOR: R\$ 8.550,00 (oito mil quinhentos e cinquenta reais).

DOTAÇÃO ORÇAMENTÁRIA: PT nº. 2022.04.122.1001.2.150, ND nº. 3.3.30.30.00 e FONTE nº. 00.

FUNDAMENTAÇÃO LEGAL: Lei nº. 4.320 de 17 de março de 1964, artigos 58 a 65.

São Gonçalo, 07 de dezembro de 2018.

ANNA LUIZA PERINI DA CRUZ CARDOSO

Secretária Municipal de Administração

DESPACHO DA SECRETÁRIA

Indefiro os processos abaixo relacionados:

Processos nºs 27085/2017, 27457/2017, 27661/2017, 27664/2017, 27804/2017, 27813/2017, 27816/2017, 28492/2017, 28493/2017, 28499/2017, 28500/2017, 28672/2017, 29270/2017, 29350/2017 e 29357/2017.

São Gonçalo, 10 de dezembro de 2018.

ANNA LUIZA PERINI DA CRUZ CARDOSO

Secretária Municipal de Administração

SEMED

PORTARIA Nº100/SEMED/2018

DISPÕE SOBRE A DESIGNAÇÃO DE SERVIDORES PARA INSTAURAR SINDICÂNCIA PARA APURAR TERMO E AJUSTE DE CONTAS E RECONHECIMENTO DE DÍVIDAS DO PROCESSO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇO DE ENTREGA DE GÁS REFERENTE AO MÊS DE SETEMBRO DE 2018-PROCESSO Nº 12221/17

O SECRETÁRIO MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO, no uso de suas atribuições legais que lhe conferem os artigos 202, 203 e 204 da Lei Nº 650/1991 – Estatuto dos Servidores Públicos do Município de São Gonçalo –, e considerando a necessidade de proceder à verificação da efetiva prestação de serviços, RESOLVE:

Art. 1º - Instaurar Comissão para apurar termo de ajuste de contas e reconhecimento de dívida do processo de Prestação de Serviços de entrega de gás nas unidades de ensino, mês de referência setembro de 2018, observado o processo administrativo nº 12.221/2017;

Art. 2º - Designar os servidores abaixo relacionados para integrar a comissão responsável pela sindicância, sendo que esta ficará sob a presidência do primeiro:

1) Carolina de Azevedo Costa – matrícula nº 121.083;

2) Evandro Gomes Jardim – matrícula nº 119.052 e

3) Susana Silva de Jesus Lessa de Lima – matrícula 121.937.

Art. 3º - Determinar o prazo de 30 (trinta) dias, a contar da data de publicação desta Portaria, para o cumprimento da referida sindicância;

Art. 4º - Esta Portaria entrará em vigor a partir da data de sua publicação, revogando as disposições em contrário.

São Gonçalo, 06 de dezembro de 2018.

MARCELO CONCEIÇÃO DE AZEREDO

Secretário Municipal de Educação

EXTRATO DO TERMO DE ADESAO SEMED PROCESSO ADMINISTRATIVO Nº. 48038/2018

O MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO, através da Secretaria Municipal de Educação, torna pública a adesão à Ata de Registro de Preços nº 109/2018 decorrente do Pregão Eletrônico SRP nº 73/2017, Processo Administrativo nº 99247/2017, celebrado entre a Prefeitura Municipal de Vitória da Conquista e PLENA- PROJ COMERCIO EIRELI-EPP, inscrito no CNPJ 28.167.794/0001-00, para futura e eventual contratação de empresa especializada no fornecimento de mobiliário-PLAYGROUND INFANTIL para as unidades escolares da Rede Pública Municipal de São Gonçalo, no valor de R\$ 719.400,00 (Setecentos e noventa mil, quatrocentos reais), cuja despesa correrá à conta do PT: 20.27.12.361.2028.2100, ND: 44.90.52.00, FONTE: 04.

MARCELO CONCEIÇÃO DE AZEREDO

4

ANEXO II

Decreto 112 de 06 de junho de 2018 da criação da Área de Proteção Ambiental (APA) das Estâncias de Pendotiba, município de São Gonçalo/RJ.

Decreto 113 de 06 de junho de 2018 da criação da Área de Proteção Ambiental (APA) de Itaoca, município de São Gonçalo / RJ

Decreto 114 de 06 de junho de 2018 da criação da Área de Proteção Ambiental (APA) do Alto Gaia, município de São Gonçalo / RJ



**PREFEITURA
MUNICIPAL DE
SÃO GONÇALO**
DIÁRIO OFICIAL ELETRÔNICO
Em 06 de junho de 2018.

GABINETE DO PREFEITO

DECRETO Nº 112/2018.

**CRIA A ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA)
DAS ESTÂNCIAS DE PENDOTIBA, NO MUNICÍPIO
DE SÃO GONÇALO, NO ESTADO DO RIO DE
JANEIRO.**

O PREFEITO DO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO, no uso de suas atribuições legais,

CONSIDERANDO, a Lei Federal nº 9.985 de 19 de julho de 2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), a necessidade de se preservarem as últimas reservas dos ecossistemas associados do Bioma de Mata Atlântica, no Município de São Gonçalo, e considerando ainda, a necessidade de contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais, promovendo o desenvolvimento sustentável e aliando tais recursos com o meio antrópico;

CONSIDERANDO que o objetivo de uma Área de Proteção Ambiental (APA) é a conservação de processos naturais e da biodiversidade, orientando o desenvolvimento, adequando às várias atividades humanas às características ambientais da área;

CONSIDERANDO a necessidade da participação efetiva do Município quanto às questões ambientais na gestão dos recursos naturais e manutenção dos processos ecológicos;

CONSIDERANDO a possibilidade de criação de um Corredor Ecológico com a APA do Engenho Pequeno e com o PESET – Parque Estadual da Serra da Tiririca;

CONSIDERANDO que é dever do Poder Público adotar mecanismos para a proteção ambiental e criação de políticas públicas garantindo a minimização de impactos sobre o bem estar da sociedade;

CONSIDERANDO que o ICMS Ecológico, criado pela Lei Estadual nº 5.100 de 10 de outubro de 2007, incentiva os Municípios que preservam sua biodiversidade com maior pontuação nos critérios de repasse, recebendo recursos financeiros a título de compensação pelas áreas destinadas à conservação;

CONSIDERANDO o Inquérito Civil nº 284/16/MA do Ministério Público Estadual do Rio de Janeiro que sugere a implantação de novas Unidades de Conservação da Natureza no Município de São Gonçalo; DECRETA:

Art. 1º Fica criada a Área de Proteção Ambiental (APA) DAS ESTÂNCIAS DE PENDOTIBA com a finalidade de fomentar o desenvolvimento sustentável, visando:

I - Preservar os remanescentes da Mata Atlântica existente no local e garantir a proteção dos ecossistemas e suas diversidades biológicas com vistas à minimização dos impactos ambientais resultantes das atividades antrópicas;

II - Preservar os mananciais, a geologia, o paisagismo e os bens culturais do local;

III - Promover o desenvolvimento de atividades econômicas compatíveis com a especificidade local, como por exemplo, o ecoturismo;

IV - Proteger águas doces, nascentes e ecossistemas associados;

V - Proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais, principalmente na área

VI - Possibilitar o uso sustentável dos recursos naturais;

VII - Promover a criação de um Corredor Ecológico com a APA do Engenho Pequeno e com o PESET – Parque Estadual da Serra da Tiririca

VIII - Promover o cumprimento da legislação ambiental, a manutenção, e ampliação do aporte financeiro, com mais repasse do ICMS ecológico pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro e com consequente melhoria da qualidade de vida de seus cidadãos.

D.O.E. - 06/06/2018

Art. 2º A área denominada como APA DAS ESTÂNCIAS DE PENDOTIBA, é compreendida por um perímetro total de 9,3 Km, localizando-se na Região Hidrográfica V - Baía de Guanabara (RH-V). É contribuinte da sub-bacia do Guaxindiba/Alcântara, está próxima ao limite da Área de Proteção Ambiental (APA) do Engenho Pequeno e apresenta as delimitações constantes no Anexo Único deste Decreto.

Art. 3º A APA DAS ESTÂNCIAS DE PENDOTIBA é uma Unidade de Conservação que abriga ecossistemas que requerem proteção ambiental, como a Mata Atlântica, onde são permitidos usos voltados para a pesquisa, lazer e educação ambiental.

Art. 4º Na área que compreende a APA DAS ESTÂNCIAS DE PENDOTIBA ficam proibidos:

I - A abertura de logradouros públicos ou privados;

II - O movimento de terras que não seja para recuperar áreas degradadas;

III - A derrubada de árvores ou qualquer espécie vegetal;

IV - A caça;

V - A implantação de atividades industriais potencialmente poluidoras, capazes de afetar a cobertura vegetal e mananciais de água;

VI - O exercício de atividades capazes de provocar acelerada erosão das terras ou acentuado assoreamento das coleções hídricas;

VII - O uso de biocidas quando indiscriminado ou em desacordo com as normas ou recomendações técnicas oficiais;

VIII - Novas atividades urbanas e ocupações, a qual será restrita aquelas já existentes, salvo um novo ordenamento do Plano de Manejo.

Art. 5º Para os fins previstos neste Decreto estendem-se as definições previstas de acordo com a lei federal 9985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), no artigo 2º;

Art. 6º O Plano de Manejo da APA DAS ESTÂNCIAS DE PENDOTIBA deverá ser elaborado no prazo de 01 (um) ano, a partir da publicação deste Decreto.

Art. 7º O Conselho Gestor da APA DAS ESTÂNCIAS DE PENDOTIBA deverá ser instituído no prazo de 06 (seis) meses, a partir da publicação deste Decreto.

Art. 8º Este Decreto entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

São Gonçalo, 26 de abril de 2018

JOSÉ LUIZ NANCI

Prefeito

ANEXO ÚNICO: Mapa de Localização e Tabela de Coordenadas



Referência Cartográfica

Sistema de Coordenada:
Universal Transversal de Mercator – UTM – Zona 23K
Sistema Geodésico:
Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - Sirgas 2000

Pontos de Referência	Coordenada X (m E)	Coordenada Y (m S)
Marco 1	701047,1318	7469257,8380
Marco 2	701047,8606	7469266,9990
Marco 3	701051,9595	7469279,8760
Marco 4	701055,7035	7469288,0390
Marco 5	701057,0759	7469295,9490
Marco 6	701050,5660	7469306,2150

Marco 7	701049,1251	7469318,0420	Marco 85	702107,6301	7470469,5170
Marco 8	701058,3544	7469326,8830	Marco 86	702113,8705	7470470,5300
Marco 9	701082,0488	7469332,5050	Marco 87	702166,2054	7470451,7850
Marco 10	701098,8359	7469318,3360	Marco 88	702193,9135	7470437,5500
Marco 11	701111,5159	7469288,1840	Marco 89	702208,4480	7470426,2550
Marco 12	701123,2547	7469260,7360	Marco 90	702215,0170	7470403,3550
Marco 13	701136,2304	7469234,0530	Marco 91	702213,6097	7470367,3720
Marco 14	701147,7687	7469224,7040	Marco 92	702207,3172	7470342,1580
Marco 15	701164,5294	7469204,3120	Marco 93	702205,5220	7470320,6990
Marco 16	701174,5312	7469163,6560	Marco 94	702206,8288	7470291,0890
Marco 17	701184,2051	7469148,1080	Marco 95	702210,9369	7470254,3220
Marco 18	701200,2217	7469147,1620	Marco 96	702232,6266	7470242,1130
Marco 19	701225,6167	7469157,0880	Marco 97	702259,7984	7470241,4520
Marco 20	701247,0476	7469186,8990	Marco 98	702277,9458	7470261,8350
Marco 21	701255,1373	7469226,0500	Marco 99	702292,9860	7470319,2130
Marco 22	701227,9278	7469280,0860	Marco 100	702312,2135	7470369,8330
Marco 23	701177,6441	7469349,0490	Marco 101	702348,7846	7470388,4440
Marco 24	701183,1525	7469366,1980	Marco 102	702357,1975	7470392,4780
Marco 25	701176,3887	7469382,4640	Marco 103	702381,0533	7470415,5340
Marco 26	701182,6599	7469391,5670	Marco 104	702422,9754	7470410,4820
Marco 27	701196,2665	7469392,4010	Marco 105	702439,5814	7470403,8880
Marco 28	701213,5910	7469380,5520	Marco 106	702438,8494	7470387,9940
Marco 29	701241,2911	7469349,3920	Marco 107	702413,6596	7470363,2080
Marco 30	701263,3412	7469334,9440	Marco 108	702401,7466	7470343,0430
Marco 31	701284,7953	7469332,1520	Marco 109	702402,0988	7470331,9330
Marco 32	701302,9467	7469336,5600	Marco 110	702408,4149	7470297,6260
Marco 33	701308,3475	7469351,4880	Marco 111	702418,1005	7470274,0180
Marco 34	701305,4329	7469372,7850	Marco 112	702427,6923	7470245,9910
Marco 35	701291,7562	7469392,5020	Marco 113	702451,2620	7470233,4450
Marco 36	701282,7108	7469402,7390	Marco 114	702474,5247	7470225,2930
Marco 37	701270,8868	7469410,0350	Marco 115	702493,1031	7470206,3440
Marco 38	701267,7263	7469420,5970	Marco 116	702500,7265	7470185,4490
Marco 39	701270,2090	7469431,1250	Marco 117	702512,3214	7470160,3560
Marco 40	701276,9750	7469441,7220	Marco 118	702523,9518	7470134,8100
Marco 41	701282,2440	7469447,6790	Marco 119	702532,6366	7470100,5160
Marco 42	701294,1077	7469453,9280	Marco 120	702549,1161	7470063,2170
Marco 43	701309,5709	7469451,8970	Marco 121	702576,0936	7470032,3700
Marco 44	701324,5087	7469452,1480	Marco 122	702601,8834	7470016,3520
Marco 45	701340,7273	7469460,3240	Marco 123	702626,6999	7470003,6340
Marco 46	701363,4995	7469479,2060	Marco 124	702687,0358	7469950,8910
Marco 47	701398,6644	7469487,9370	Marco 125	702704,8327	7469915,8660
Marco 48	701444,5351	7469494,2770	Marco 126	702741,0618	7469873,6840
Marco 49	701468,5164	7469502,8320	Marco 127	702789,2591	7469841,5600
Marco 50	701482,3806	7469530,0210	Marco 128	702829,5871	7469835,5950
Marco 51	701474,8801	7469544,8650	Marco 129	702877,6803	7469846,2320
Marco 52	701465,4728	7469553,2250	Marco 130	702917,8524	7469893,2150
Marco 53	701448,8195	7469560,0420	Marco 131	702972,2051	7469925,1320
Marco 54	701430,4353	7469562,8820	Marco 132	702991,9254	7469945,7220
Marco 55	701343,3879	7469578,1720	Marco 133	703016,6199	7469903,9330
Marco 56	701300,5662	7469594,5100	Marco 134	703031,9976	7469881,3510
Marco 57	701286,3827	7469612,7500	Marco 135	703088,2479	7469924,6200
Marco 58	701283,8222	7469635,0640	Marco 136	703098,4143	7469919,5630
Marco 59	701292,4436	7469665,1320	Marco 137	703102,8653	7469902,1420
Marco 60	701313,0624	7469725,8400	Marco 138	703095,9527	7469877,5840
Marco 61	701323,2472	7469757,7880	Marco 139	703083,9110	7469854,7980
Marco 62	701328,5833	7469786,3780	Marco 140	703074,6690	7469826,2660
Marco 63	701339,8260	7469814,6750	Marco 141	703069,5871	7469767,0570
Marco 64	701367,9556	7469844,0860	Marco 142	703072,4021	7469713,1240
Marco 65	701408,0941	7469868,4440	Marco 143	703051,8669	7469623,9930
Marco 66	701459,9102	7469877,6630	Marco 144	703034,0132	7469589,6930
Marco 67	701502,0850	7469896,4030	Marco 145	703025,4554	7469576,8470
Marco 68	701596,8080	7469991,5870	Marco 146	703009,2726	7469568,8440
Marco 69	701681,4670	7470033,3870	Marco 147	702982,7987	7469570,2640
Marco 70	701728,6922	7470056,6400	Marco 148	702962,8637	7469586,5880
Marco 71	701740,2603	7470048,0030	Marco 149	702938,8852	7469639,9920
Marco 72	701762,1746	7470011,0510	Marco 150	702879,5401	7469688,6610
Marco 73	701782,9014	7470008,1340	Marco 151	702854,5393	7469710,4620
Marco 74	701807,1830	7470032,0530	Marco 152	702820,7280	7469722,9120
Marco 75	701829,8392	7470041,6870	Marco 153	702794,6087	7469741,0820
Marco 76	701820,9957	7470084,6700	Marco 154	702773,3853	7469734,7780
Marco 77	701839,3090	7470107,4310	Marco 155	702759,2547	7469734,1760
Marco 78	701834,6207	7470124,8740	Marco 156	702729,8594	7469732,6440
Marco 79	701927,4119	7470164,3670	Marco 157	702711,2158	7469716,2350
Marco 80	702024,4719	7470232,8120	Marco 158	702684,1666	7469724,3940
Marco 81	702064,8616	7470286,5570	Marco 159	702650,5906	7469733,5620
Marco 82	702091,1356	7470368,2330	Marco 160	702618,1750	7469758,6170
Marco 83	702100,2445	7470438,2850	Marco 161	702584,7173	7469764,0130
Marco 84	702102,7393	7470466,7420	Marco 162	702547,7336	7469764,7660

Marco 163	702518,3411	7469767,7230
Marco 164	702493,9457	7469772,6530
Marco 165	702473,3243	7469778,1040
Marco 166	702448,6493	7469789,7230
Marco 167	702429,0035	7469803,8800
Marco 168	702412,6462	7469822,5890
Marco 169	702399,2571	7469845,8130
Marco 170	702391,7499	7469862,8880
Marco 171	702377,0418	7469905,6840
Marco 172	702361,7737	7469964,8950
Marco 173	702371,9819	7470013,6360
Marco 174	702347,7885	7470033,8190
Marco 175	702328,5408	7470033,7130
Marco 176	702309,1538	7470026,1890
Marco 177	702292,4578	7470020,8450
Marco 178	702280,6229	7470024,5780
Marco 179	702264,9872	7470030,0400
Marco 180	702227,6901	7470008,4720
Marco 181	702239,0950	7469972,8620
Marco 182	702216,7685	7469960,5370
Marco 183	702200,0070	7469967,1630
Marco 184	702180,1689	7469939,7760
Marco 185	702201,3766	7469926,6700
Marco 186	702224,6734	7469879,8590
Marco 187	702192,7102	7469871,3660
Marco 188	702173,4580	7469874,1450
Marco 189	702136,8184	7469869,2000
Marco 190	702143,5932	7469842,8850
Marco 191	702110,4721	7469836,1340
Marco 192	702106,9657	7469751,1770
Marco 193	702095,8757	7469737,2240
Marco 194	702085,3300	7469679,7420
Marco 195	702073,9216	7469667,8010
Marco 196	702050,7052	7469668,5770
Marco 197	702043,3166	7469623,7260
Marco 198	702018,0963	7469555,8900
Marco 199	702008,5170	7469515,9870
Marco 200	702005,1523	7469501,5220
Marco 201	701995,5023	7469494,0610
Marco 202	701971,5840	7469484,5230
Marco 203	701962,2018	7469476,4700
Marco 204	701972,2191	7469437,5960
Marco 205	701972,4602	7469408,4610
Marco 206	701925,4000	7469362,7600
Marco 207	701909,7185	7469361,9960
Marco 208	701892,8235	7469376,7140
Marco 209	701883,4803	7469390,2890
Marco 210	701898,9798	7469410,8070
Marco 211	701895,2990	7469430,9880
Marco 212	701882,5689	7469434,8450
Marco 213	701860,4674	7469430,5820
Marco 214	701838,6189	7469445,5420
Marco 215	701831,5006	7469473,7200
Marco 216	701824,1037	7469498,1510
Marco 217	701814,7615	7469521,7660
Marco 218	701761,5807	7469548,9430
Marco 219	701743,6822	7469569,5170
Marco 220	701719,4435	7469581,8260
Marco 221	701698,2230	7469571,8520
Marco 222	701689,3078	7469553,7270
Marco 223	701694,1025	7469523,3290
Marco 224	701685,5454	7469510,7280
Marco 225	701672,2409	7469508,1080
Marco 226	701645,0340	7469494,8820
Marco 227	701624,5148	7469487,4230
Marco 228	701607,1535	7469477,2600
Marco 229	701596,1508	7469466,6110
Marco 230	701577,6328	7469442,2620
Marco 231	701574,8229	7469418,7890
Marco 232	701580,5131	7469406,6430
Marco 233	701592,4551	7469396,9150
Marco 234	701654,1938	7469392,5010
Marco 235	701677,5126	7469382,5110
Marco 236	701693,3098	7469360,7140
Marco 237	701696,6297	7469324,2420
Marco 238	701685,5509	7469305,6030
Marco 239	701669,1173	7469302,8250
Marco 240	701646,4912	7469304,4200

Marco 241	701611,0068	7469295,7800
Marco 242	701598,6649	7469284,2140
Marco 243	701592,2012	7469256,8410
Marco 244	701595,0251	7469234,6970
Marco 245	701612,1154	7469210,9780
Marco 246	701642,7713	7469199,2820
Marco 247	701670,1599	7469176,1360
Marco 248	701675,0338	7469158,8410
Marco 249	701672,2915	7469137,7830
Marco 250	701670,3266	7469125,9850
Marco 251	701678,8000	7469105,5770
Marco 252	701693,1563	7469090,9700
Marco 253	701693,9375	7469080,1290
Marco 254	701690,4556	7469061,6700
Marco 255	701691,1339	7469051,8660
Marco 256	701695,7649	7469041,9910
Marco 257	701699,1800	7469035,2870
Marco 258	701698,6499	7469027,1450
Marco 259	701688,9530	7469022,6500
Marco 260	701681,6855	7469024,8130
Marco 261	701671,6760	7469032,8560
Marco 262	701652,0995	7469048,4860
Marco 263	701621,0280	7469062,6770
Marco 264	701589,7641	7469080,3070
Marco 265	701569,5698	7469093,9140
Marco 266	701558,4060	7469103,1880
Marco 267	701544,8471	7469104,7110
Marco 268	701532,4937	7469105,2220
Marco 269	701513,2214	7469104,4090
Marco 270	701495,8124	7469105,3530
Marco 271	701484,0705	7469107,5380
Marco 272	701478,6065	7469115,3040
Marco 273	701469,7822	7469130,4550
Marco 274	701461,1664	7469143,0240
Marco 275	701439,0711	7469157,5130
Marco 276	701407,2681	7469163,2090
Marco 277	701368,7137	7469134,9630
Marco 278	701353,9472	7469093,6850
Marco 279	701354,4496	7469061,4600
Marco 280	701371,0937	7469036,6320
Marco 281	701399,4627	7469017,0660
Marco 282	701419,2323	7468997,3680
Marco 283	701435,6796	7468980,9180
Marco 284	701447,9673	7468967,5660
Marco 285	701455,2530	7468959,3290
Marco 286	701458,4052	7468945,0100
Marco 287	701460,1911	7468929,3450
Marco 288	701452,2664	7468920,2300
Marco 289	701433,6966	7468907,9340
Marco 290	701405,2698	7468889,8550
Marco 291	701369,2486	7468876,6650
Marco 292	701330,9661	7468903,6720
Marco 293	701255,4249	7468968,2030
Marco 294	701206,5746	7468995,2830
Marco 295	701155,0827	7469032,0520
Marco 296	701134,6384	7469050,9030
Marco 297	701119,7613	7469074,4240
Marco 298	701099,2660	7469129,9630
Marco 299	701090,6322	7469161,0480
Marco 300	701070,5105	7469200,0380
Marco 301	701047,1318	7469257,8380

DECRETO Nº 113/2018.

cria a Área de Proteção Ambiental (APA) de Itaoca, Município de São Gonçalo, Estado do Rio de Janeiro.

O Prefeito do Município de São Gonçalo, no uso de suas atribuições legais,

CONSIDERANDO, com base na Lei Federal nº 9.985 de 19 de julho de 2000 que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), e a necessidade de se preservar as últimas reservas de Bioma de Mata Atlântica, no Município de São Gonçalo e considerando, ainda, contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais, promovendo o desenvolvimento sustentável, aliados tais recursos com o meio antrópico;

CONSIDERANDO que o objetivo de uma Área de Proteção Ambiental (APA) é a conservação de processos naturais e da biodiversidade, orientando o desenvolvimento, ade-

quando às várias atividades humanas às características ambientais da área;

CONSIDERANDO a necessidade da participação efetiva do Município na gestão dos recursos naturais e manutenção dos processos ecológicos;

CONSIDERANDO a possibilidade de criação de um Corredor Ecológico com a APA de Guapimirim e ESEC da Guanabara;

CONSIDERANDO que é dever do Poder Público adotar mecanismos para a proteção ambiental e criação de políticas públicas garantindo minimizar impactos sobre o bem estar da sociedade;

CONSIDERANDO que os Municípios que preservam sua biodiversidade ganham em contrapartida uma pontuação maior nos critérios de repasse e recebem recursos financeiros a título de compensação pelas áreas destinadas à conservação, e, ao mesmo tempo, um incentivo para a manutenção e criação de novas áreas para a conservação;

CONSIDERANDO que o ICMS Ecológico é um mecanismo tributário que possibilita aos municípios acesso a parcelas maiores de repasse que àquelas que já têm direito, dos recursos financeiros arrecadados pelo Estado, através do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços, em razão do atendimento de determinados critérios ambientais estabelecidos em lei estadual;

CONSIDERANDO que a referida área encontra-se na Zona de Amortecimento da Estação Ecológica (ESEC) da Guanabara, caracterizando a necessidade de preservação;

CONSIDERANDO a importância da preservação do bioma Mata Atlântica e a existência dos últimos remanescentes Florestais e de Mangue, ainda preservados, no entorno da Baía de Guanabara;

CONSIDERANDO a Ação Civil Pública do Ministério Público Federal nº 0001072-48.2013.4.02.5117, que sugere a elaboração de um programa de controle e fiscalização das áreas remanescentes de manguezais em São Gonçalo, sendo avaliada a conveniência da criação de Unidade de Conservação Municipal no local;

E CONSIDERANDO o Inquérito Civil Público do Ministério Público Estadual nº 284/16 que sugere a criação de novas Unidades de Conservação Ambiental no Município de São Gonçalo, DECRETA:

Art. 1º - Fica criada a Área de Proteção Ambiental (APA) de Itaoca com a finalidade de fomentar o desenvolvimento sustentável, visando:

I - Preservar os manguezais, assegurando a diversidade genética da fauna nativa e seus processos evolutivos naturais, em especial a ictiofauna, avifauna migratória e os ocofidéus (caranguejos) da região, respeitando-se o período de defeso;

II - Preservar os remanescentes da Mata Atlântica existente no local e garantir a proteção dos ecossistemas e suas diversidades biológicas;

III - Preservar os mananciais, a geologia, os sítios arqueológicos (sambaquis), o paisagismo e os bens culturais do local;

IV - Combater a pesca predatória pelo incentivo ao uso de técnicas adequadas à atividade pesqueira sustentável;

V - Promover o desenvolvimento de atividades econômicas sustentáveis compatíveis com as especificidades do local;

VI - Proteger águas doces, salobras e salinas e os ecossistemas associados;

VII - Possibilitar o uso sustentável dos recursos natu-

Art. 3º A APA de Itaoca é uma Unidade de Conservação que abriga ecossistemas que requerem proteção ambiental onde são permitidos usos voltados para a pesquisa, lazer e educação ambiental.

Art. 4º Na área que compreende a APA do Itaoca ficam proibidos:

I - A abertura de logradouros públicos ou privados;

II - O movimento de terras que não seja para recuperar áreas degradadas;

III - A derrubada de árvores ou qualquer espécie vegetal;

IV - A caça;

V - A implantação de atividades industriais potencialmente poluidoras, capazes de afetar a cobertura vegetal e mananciais de água;

VI - O exercício de atividades capazes de provocar acelerada erosão das terras ou acentuado assoreamento das coleções hídricas;

VII - O uso de biocidas quando indiscriminado ou em desacordo com as normas ou recomendações técnicas oficiais;

VIII - Novas atividades urbanas e ocupações, a qual será restrita àquelas já existentes, salvo um novo ordenamento do Plano de Manejo.

Art. 5º Para os fins previstos neste Decreto estendem-se as definições previstas de acordo com a lei federal 9985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), no seu artigo 2º;

Art. 6º O Plano de Manejo da APA de Itaoca deverá ser elaborado no prazo de 01 (um) ano, a partir da publicação deste Decreto.

Art. 7º O Conselho Gestor da APA de Itaoca deverá ser instituído no prazo de 06 (seis) meses, a partir da publicação deste Decreto.

Art. 8º Este Decreto entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

São Gonçalo, 26 de abril de 2018

JOSÉ LUIZ NANJI

Prefeito

Anexo Único: Mapa de Localização e Tabela de Coordenadas



Referência Cartográfica

Sistema de Coordenada:

Universal Transversal de Mercator – UTM – Zona 23K

Sistema Geodésico:

Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - Sirgas 2000

Tabela de Coordenadas:

Pontos de Referência	Coordenada X (m E)	Coordenada Y (m S)
Marco 01	706080,4626	7484097,1700
Marco 02	706050,2824	7484042,8250
Marco 03	705973,9411	7483977,8410
Marco 04	705911,3965	7483949,7350
Marco 05	705827,2951	7483930,1440
Marco 06	705752,4012	7483913,5590
Marco 07	705716,9618	7483893,6130
Marco 08	705663,2254	7483840,1100
Marco 09	705644,7858	7483779,6850
Marco 10	705655,0338	7483712,3180
Marco 11	705699,8966	7483651,3560
Marco 12	705731,5736	7483621,0500
Marco 13	705756,5646	7483605,9650
Marco 14	705797,2480	7483594,8010

Marco 15	705868,3783	7483593,8600	Marco 93	707891,2861	7479426,2520
Marco 16	705938,1603	7483599,5690	Marco 94	707855,6759	7479477,8340
Marco 17	705997,7594	7483604,1110	Marco 95	707831,3884	7479522,7310
Marco 18	706036,3905	7483600,9330	Marco 96	707821,2825	7479543,2980
Marco 19	706082,5597	7483577,8700	Marco 97	707807,0505	7479564,2650
Marco 20	706126,2061	7483546,3110	Marco 98	707801,0511	7479584,8600
Marco 21	706164,8593	7483510,1910	Marco 99	707795,5103	7479624,7310
Marco 22	706218,7388	7483409,4280	Marco 100	707794,8061	7479647,1470
Marco 23	706240,6883	7483341,3870	Marco 101	707795,0816	7479685,5200
Marco 24	706240,7649	7483309,4420	Marco 102	707793,3263	7479718,5890
Marco 25	706231,8189	7483274,5470	Marco 103	707637,4498	7479991,7760
Marco 26	706221,1425	7483258,1680	Marco 104	707512,9775	7480206,4140
Marco 27	706286,3467	7483146,2770	Marco 105	707490,8324	7480204,5350
Marco 28	706309,6139	7483116,3440	Marco 106	707461,3453	7480211,1340
Marco 29	706325,8780	7483080,7740	Marco 107	707445,4451	7480219,1400
Marco 30	706313,8113	7483043,4610	Marco 108	707433,8677	7480227,9620
Marco 31	706263,2337	7482895,3900	Marco 109	707423,1882	7480247,1590
Marco 32	706243,3790	7482876,4700	Marco 110	707412,8721	7480254,0540
Marco 33	706237,2340	7482851,7270	Marco 111	707385,9632	7480272,7680
Marco 34	706252,4181	7482823,0500	Marco 112	707381,0439	7480282,4530
Marco 35	706272,8540	7482796,9370	Marco 113	707372,2720	7480311,5620
Marco 36	706295,3032	7482786,4480	Marco 114	707371,1135	7480322,4960
Marco 37	706318,6396	7482777,2890	Marco 115	707361,1253	7480340,9170
Marco 38	706354,0773	7482773,0460	Marco 116	707326,6766	7480413,2040
Marco 39	706441,6025	7482768,1260	Marco 117	707298,5906	7480444,6560
Marco 40	706463,1460	7482757,8620	Marco 118	707269,9072	7480485,3710
Marco 41	706521,4298	7482783,4590	Marco 119	707229,7320	7480529,9150
Marco 42	706552,4056	7482786,8630	Marco 120	707210,3518	7480546,2090
Marco 43	706588,3584	7482773,7250	Marco 121	707193,1200	7480558,1260
Marco 44	706635,1896	7482759,3220	Marco 122	707158,5820	7480586,8400
Marco 45	706668,6105	7482739,0990	Marco 123	707102,4968	7480515,4350
Marco 46	706822,2646	7482609,7350	Marco 124	707033,3758	7480423,6640
Marco 47	706928,4722	7482549,4740	Marco 125	706985,4396	7480360,2700
Marco 48	707720,3184	7482111,2690	Marco 126	706915,2943	7480269,5760
Marco 49	708429,1385	7481900,7890	Marco 127	706869,3529	7480208,5310
Marco 50	708418,4097	7481847,9830	Marco 128	706829,6083	7480204,6260
Marco 51	708406,2860	7481810,3890	Marco 129	706743,4697	7480203,9320
Marco 52	708380,4707	7481728,1250	Marco 130	706691,0701	7480190,0460
Marco 53	708360,5881	7481664,9230	Marco 131	706593,5835	7480189,5770
Marco 54	708352,4540	7481624,6210	Marco 132	706508,4508	7480176,6650
Marco 55	708351,0945	7481597,0050	Marco 133	706483,6531	7480177,7340
Marco 56	708347,5792	7481546,5450	Marco 134	706449,1465	7480182,4430
Marco 57	708341,6087	7481498,5150	Marco 135	706454,1028	7480143,3440
Marco 58	708334,6739	7481438,7380	Marco 136	706470,4672	7480108,2920
Marco 59	708321,4486	7481370,6620	Marco 137	706466,7322	7480086,9230
Marco 60	708318,5697	7481324,7410	Marco 138	706447,8341	7480061,0130
Marco 61	708313,3983	7481276,1120	Marco 139	706417,5018	7480028,6030
Marco 62	708307,5163	7481224,4910	Marco 140	706321,6383	7479968,8350
Marco 63	708299,9219	7481177,8960	Marco 141	706215,3004	7479903,0920
Marco 64	708292,3072	7481130,6520	Marco 142	706115,5523	7479844,1270
Marco 65	708269,4985	7481089,6040	Marco 143	706052,9495	7479798,8690
Marco 66	708246,6332	7481002,5490	Marco 144	705972,9815	7479761,4570
Marco 67	708223,8470	7480914,2970	Marco 145	705805,8225	7479667,3660
Marco 68	708214,8768	7480890,6110	Marco 146	705536,5778	7479523,2440
Marco 69	708211,4543	7480833,4740	Marco 147	705365,2424	7479428,6890
Marco 70	708210,5358	7480764,7900	Marco 148	705280,1773	7479450,0480
Marco 71	708199,5915	7480714,9160	Marco 149	705149,9647	7479476,7950
Marco 72	708189,6475	7480676,8990	Marco 150	705071,9939	7479513,6680
Marco 73	708177,4652	7480641,5940	Marco 151	705010,0582	7479551,0940
Marco 74	708170,1912	7480602,4020	Marco 152	704940,2464	7479618,8610
Marco 75	708169,4662	7480589,3540	Marco 153	704859,8448	7479721,4410
Marco 76	708166,5023	7480500,1800	Marco 154	704763,7323	7479810,3930
Marco 77	708129,0579	7480395,9000	Marco 155	704629,1454	7479868,1610
Marco 78	708120,7884	7480351,3760	Marco 156	704459,9019	7479894,2680
Marco 79	708107,8553	7480276,5850	Marco 157	704301,4237	7479864,5040
Marco 80	708103,3648	7480233,9250	Marco 158	703859,4082	7479668,8490
Marco 81	708095,3257	7480173,8430	Marco 159	703700,6264	7479603,8940
Marco 82	708073,4613	7480060,5760	Marco 160	703588,0476	7479556,0500
Marco 83	708055,2465	7479984,7300	Marco 161	703450,5002	7479539,1220
Marco 84	708044,4153	7479921,8140	Marco 162	703450,2697	7479553,0110
Marco 85	708022,5027	7479854,1150	Marco 163	703396,5751	7479560,9140
Marco 86	708015,6285	7479796,9810	Marco 164	703374,3213	7479661,8840
Marco 87	708014,9566	7479767,3110	Marco 165	703239,4420	7479732,7850
Marco 88	708014,1344	7479732,6370	Marco 166	703201,0255	7479779,2890
Marco 89	707999,7251	7479655,7620	Marco 167	703179,9062	7479800,1650
Marco 90	707969,1788	7479527,6390	Marco 168	703107,2649	7479885,2180
Marco 91	707952,4470	7479445,8120	Marco 169	703004,4343	7479813,2890
Marco 92	707927,9429	7479354,3080	Marco 170	702978,8539	7479836,8060

Marco 171	702945,5542	7479856,4630	Marco 249	702202,5549	7480125,1460
Marco 172	702924,6812	7479890,4360	Marco 250	702219,3177	7480116,7090
Marco 173	702919,9498	7479938,9720	Marco 251	702235,1024	7480114,0130
Marco 174	702957,3816	7479982,2030	Marco 252	702248,8396	7480107,3850
Marco 175	703015,0403	7480022,1860	Marco 253	702284,9155	7480094,3350
Marco 176	703050,0027	7480051,8140	Marco 254	702308,0191	7480078,0350
Marco 177	703078,9509	7480066,4400	Marco 255	702319,8814	7480050,0410
Marco 178	703102,9032	7480072,3660	Marco 256	702322,5794	7480021,6200
Marco 179	703194,9719	7480060,1440	Marco 257	702268,1389	7479971,8770
Marco 180	703243,1149	7480074,2050	Marco 258	702227,5429	7479938,1580
Marco 181	703329,7256	7480094,8050	Marco 259	702128,4341	7479895,4570
Marco 182	703387,7131	7480073,0400	Marco 260	701926,8258	7479859,6810
Marco 183	703410,3761	7480067,8430	Marco 261	701859,1061	7479901,4410
Marco 184	703519,7292	7480170,6780	Marco 262	701825,0857	7479966,2070
Marco 185	703464,4126	7480286,9690	Marco 263	701773,5287	7480013,8370
Marco 186	704112,0082	7480863,3900	Marco 264	701743,6284	7480085,7010
Marco 187	704729,7328	7481409,5000	Marco 265	701734,8851	7480149,5180
Marco 188	704651,2438	7481439,2730	Marco 266	701714,6978	7480210,1280
Marco 189	704535,5074	7481482,5570	Marco 267	701686,9142	7480245,2580
Marco 190	704496,3662	7481503,0540	Marco 268	701639,4082	7480257,3650
Marco 191	704465,8459	7481526,5320	Marco 269	701595,4265	7480281,9890
Marco 192	704444,7389	7481500,9650	Marco 270	701576,3228	7480336,6700
Marco 193	704398,7013	7481458,0510	Marco 271	701568,2952	7480419,3470
Marco 194	704378,3150	7481402,4520	Marco 272	701568,7842	7480471,1890
Marco 195	704351,3212	7481336,2330	Marco 273	701484,2255	7480482,9320
Marco 196	704323,5340	7481290,6170	Marco 274	701421,6242	7480476,8280
Marco 197	704305,1454	7481241,0120	Marco 275	701422,6892	7480494,9230
Marco 198	704291,4563	7481191,5250	Marco 276	701470,8770	7480527,1420
Marco 199	704269,1046	7481155,5270	Marco 277	701467,6149	7480572,9180
Marco 200	704225,3391	7481117,5290	Marco 278	701398,9637	7480579,2780
Marco 201	704182,0333	7481087,1430	Marco 279	701315,8385	7480589,8570
Marco 202	704151,9100	7481074,2540	Marco 280	701347,3414	7480540,1660
Marco 203	704119,1312	7481069,7940	Marco 281	701370,4492	7480505,5670
Marco 204	704083,8344	7481073,6740	Marco 282	701395,8448	7480467,3870
Marco 205	704052,8824	7481078,5380	Marco 283	701406,7176	7480415,3620
Marco 206	704009,3112	7481121,4300	Marco 284	701402,6390	7480382,3390
Marco 207	703921,4688	7481173,5970	Marco 285	701389,5443	7480359,8150
Marco 208	703848,5365	7481175,8040	Marco 286	701372,2219	7480355,5580
Marco 209	703773,7502	7481156,9420	Marco 287	701359,5559	7480354,4990
Marco 210	703714,6677	7481101,8290	Marco 288	701304,7533	7480355,1740
Marco 211	703687,5177	7481061,8220	Marco 289	701270,7253	7480384,8320
Marco 212	703670,9989	7480988,9770	Marco 290	701246,2215	7480391,9430
Marco 213	703658,0323	7480870,9940	Marco 291	701227,3957	7480401,3850
Marco 214	703607,1233	7480766,8610	Marco 292	701192,9580	7480410,1950
Marco 215	703544,2744	7480718,9760	Marco 293	701171,1433	7480420,9860
Marco 216	703446,4628	7480695,4760	Marco 294	701150,2181	7480423,7720
Marco 217	703380,4122	7480722,9150	Marco 295	701126,1060	7480425,8980
Marco 218	703328,4632	7480758,7890	Marco 296	701098,1476	7480422,7600
Marco 219	703283,9891	7480760,1550	Marco 297	701065,1341	7480378,5570
Marco 220	703236,9269	7480731,5310	Marco 298	701058,7544	7480359,5640
Marco 221	703213,8867	7480689,1460	Marco 299	701059,8235	7480284,0210
Marco 222	703163,7457	7480622,9570	Marco 300	701062,2094	7480248,7040
Marco 223	703121,7818	7480553,9800	Marco 301	701058,0503	7480236,2220
Marco 224	703094,7411	7480504,6660	Marco 302	701060,4303	7480203,7090
Marco 225	703024,4780	7480451,4580	Marco 303	701060,8435	7480179,0240
Marco 226	702904,3511	7480363,6000	Marco 304	701062,0920	7480145,8920
Marco 227	702838,9283	7480299,8910	Marco 305	701066,4441	7480099,2660
Marco 228	702823,9895	7480207,9750	Marco 306	701066,7315	7480039,0050
Marco 229	702815,8958	7480132,2790	Marco 307	701043,8134	7479981,7820
Marco 230	702759,7679	7480075,1920	Marco 308	700997,6107	7479890,6010
Marco 231	702683,1227	7480048,7560	Marco 309	700981,6301	7479862,9260
Marco 232	702603,7938	7480049,2990	Marco 310	700967,6504	7479848,4530
Marco 233	702532,4727	7480074,6680	Marco 311	700944,1249	7479809,5100
Marco 234	702459,0780	7480119,5160	Marco 312	700932,4503	7479791,6920
Marco 235	702417,3448	7480171,6790	Marco 313	700908,4383	7479750,1980
Marco 236	702408,5317	7480217,6690	Marco 314	700897,4043	7479723,6190
Marco 237	702383,2778	7480263,4210	Marco 315	700886,6601	7479684,7240
Marco 238	702344,0500	7480300,1990	Marco 316	700881,3437	7479634,4500
Marco 239	702253,1928	7480311,8290	Marco 317	700877,8733	7479564,2800
Marco 240	702172,7157	7480283,6890	Marco 318	700862,7411	7479482,9560
Marco 241	702142,2406	7480237,5960	Marco 319	700839,3407	7479455,7880
Marco 242	702123,6569	7480188,3190	Marco 320	700837,4623	7479424,4960
Marco 243	702126,6774	7480162,1420	Marco 321	700823,7170	7479351,7230
Marco 244	702133,2869	7480142,8250	Marco 322	700805,8491	7479311,6310
Marco 245	702142,9718	7480134,4190	Marco 323	700785,9345	7479289,7180
Marco 246	702158,4390	7480142,3340	Marco 324	700769,9399	7479276,2900
Marco 247	702173,5830	7480144,9340	Marco 325	700750,2141	7479270,3180
Marco 248	702188,7858	7480134,8390	Marco 326	700746,1172	7479262,0440

Marco 327	700724,1983	7479249,4810	Marco 405	700127,8611	7478596,5940
Marco 328	700707,1994	7479254,8040	Marco 406	700098,1299	7478597,1540
Marco 329	700658,1605	7479329,2770	Marco 407	700030,3939	7478651,0330
Marco 330	700630,7073	7479346,3630	Marco 408	699996,2753	7478656,2840
Marco 331	700633,8256	7479332,6310	Marco 409	699983,5228	7478649,7370
Marco 332	700633,5344	7479323,2070	Marco 410	699958,4592	7478656,5880
Marco 333	700630,3551	7479308,1200	Marco 411	699946,9778	7478619,7310
Marco 334	700626,4807	7479296,9360	Marco 412	699919,8666	7478573,2980
Marco 335	700627,0851	7479285,0260	Marco 413	699782,0082	7478668,6550
Marco 336	700626,1200	7479268,7790	Marco 414	699758,3085	7478638,1600
Marco 337	700626,5780	7479241,0980	Marco 415	699656,4189	7478709,1240
Marco 338	700629,1038	7479218,9580	Marco 416	699627,6234	7478720,3220
Marco 339	700632,5702	7479187,7610	Marco 417	699585,7369	7478651,8280
Marco 340	700627,9020	7479164,9050	Marco 418	699541,4601	7478646,3980
Marco 341	700610,2798	7479157,2210	Marco 419	699537,8861	7478568,4780
Marco 342	700603,6507	7479157,3080	Marco 420	699648,2530	7478575,9280
Marco 343	700594,8584	7479171,3170	Marco 421	699652,1535	7478556,0830
Marco 344	700592,1555	7479179,8830	Marco 422	699611,5792	7478532,8870
Marco 345	700577,6501	7479183,1680	Marco 423	699584,7228	7478502,9080
Marco 346	700560,2084	7479167,8800	Marco 424	699552,5789	7478464,6990
Marco 347	700538,3561	7479166,3840	Marco 425	699556,9339	7478417,1270
Marco 348	700527,6129	7479152,8650	Marco 426	699531,7678	7478388,9280
Marco 349	700518,5723	7479144,9000	Marco 427	699523,3295	7478338,8630
Marco 350	700505,8009	7479143,7370	Marco 428	699546,7432	7478295,4460
Marco 351	700487,8506	7479157,4940	Marco 429	699540,5643	7478271,0410
Marco 352	700467,7171	7479157,0730	Marco 430	699513,9805	7478266,7180
Marco 353	700452,2697	7479145,1090	Marco 431	699499,9120	7478237,1410
Marco 354	700449,5257	7479133,3430	Marco 432	699504,9904	7478196,6740
Marco 355	700448,5251	7479116,9200	Marco 433	699497,0898	7478179,2020
Marco 356	700440,2760	7479106,6550	Marco 434	699477,4757	7478166,2270
Marco 357	700405,5657	7479106,2670	Marco 435	699472,0891	7478129,7670
Marco 358	700384,6332	7479100,2320	Marco 436	699465,8209	7478113,7910
Marco 359	700363,0444	7479088,9860	Marco 437	699438,9178	7478120,4260
Marco 360	700357,1280	7479066,9710	Marco 438	699410,4555	7478117,2890
Marco 361	700360,5322	7479049,9440	Marco 439	699375,8358	7478101,9120
Marco 362	700347,8720	7479033,0000	Marco 440	699354,2022	7478059,4270
Marco 363	700352,4301	7479010,3110	Marco 441	699616,7326	7477769,6950
Marco 364	700364,7947	7479000,2700	Marco 442	699650,9873	7477760,2470
Marco 365	700391,6776	7478998,0770	Marco 443	699692,5665	7477757,9950
Marco 366	700408,4820	7478984,7520	Marco 444	699737,1959	7477773,8600
Marco 367	700414,4013	7478938,0830	Marco 445	699786,1103	7477790,5110
Marco 368	700409,2286	7478903,5340	Marco 446	699793,2413	7477765,4150
Marco 369	700422,1570	7478848,1270	Marco 447	699763,9869	7477754,4750
Marco 370	700435,0332	7478825,8650	Marco 448	699696,8144	7477731,6750
Marco 371	700459,0180	7478813,8210	Marco 449	699665,7836	7477719,1570
Marco 372	700490,2418	7478817,0230	Marco 450	699643,0544	7477705,9120
Marco 373	700501,4355	7478810,3860	Marco 451	699616,8670	7477677,5260
Marco 374	700506,9104	7478788,1580	Marco 452	699606,5553	7477662,0990
Marco 375	700536,7466	7478762,5080	Marco 453	699584,1243	7477643,3650
Marco 376	700557,9313	7478717,0620	Marco 454	699557,8663	7477634,3690
Marco 377	700591,0341	7478676,8160	Marco 455	699550,5099	7477612,6390
Marco 378	700605,1467	7478644,6730	Marco 456	699540,5687	7477588,0730
Marco 379	700621,2372	7478610,9460	Marco 457	699520,5182	7477575,3610
Marco 380	700626,7852	7478585,0140	Marco 458	699532,8328	7477530,3260
Marco 381	700652,7407	7478571,8320	Marco 459	699560,2223	7477479,2080
Marco 382	700720,7616	7478546,5120	Marco 460	699587,2979	7477442,4930
Marco 383	700737,6036	7478522,4460	Marco 461	699592,1850	7477417,4640
Marco 384	700717,5900	7478499,0550	Marco 462	699584,5452	7477395,3880
Marco 385	700739,8138	7478479,8240	Marco 463	699561,2822	7477379,4630
Marco 386	700716,9897	7478453,8100	Marco 464	699530,5319	7477355,4560
Marco 387	700670,5237	7478411,5550	Marco 465	699558,6611	7477315,1470
Marco 388	700667,7837	7478397,3140	Marco 466	699587,2232	7477221,1120
Marco 389	700668,1998	7478386,4510	Marco 467	699554,4422	7477215,7220
Marco 390	700641,5999	7478382,4630	Marco 468	699504,5440	7477232,1470
Marco 391	700623,7745	7478397,8880	Marco 469	699475,4822	7477228,0550
Marco 392	700596,8032	7478429,1510	Marco 470	699472,6802	7477214,2490
Marco 393	700567,4424	7478447,9940	Marco 471	699499,9849	7477187,1980
Marco 394	700532,1734	7478457,4970	Marco 472	699449,4523	7477156,9090
Marco 395	700492,9395	7478464,4860	Marco 473	699412,1655	7477105,8180
Marco 396	700447,7819	7478469,3420	Marco 474	699369,6596	7477101,9490
Marco 397	700399,8895	7478484,5980	Marco 475	699370,2641	7477067,8930
Marco 398	700378,4361	7478507,8610	Marco 476	699409,8699	7477029,2990
Marco 399	700356,2327	7478522,1780	Marco 477	699131,4702	7476855,2390
Marco 400	700310,7209	7478522,2650	Marco 478	699101,8289	7476853,6900
Marco 401	700263,7725	7478536,1320	Marco 479	699082,4328	7476885,7650
Marco 402	700222,2259	7478543,1840	Marco 480	699077,5929	7476924,3790
Marco 403	700187,5838	7478557,8520	Marco 481	699037,7424	7476990,4200
Marco 404	700159,3174	7478582,9150	Marco 482	698964,7243	7477067,0880

Marco 483	698877,1695	7477192,6210	Marco 561	699571,7776	7479153,9480
Marco 484	698832,0405	7477207,3200	Marco 562	699615,6302	7479184,1470
Marco 485	698785,6728	7477202,9820	Marco 563	699641,9060	7479216,4570
Marco 486	698762,0806	7477163,3650	Marco 564	699659,1662	7479242,5090
Marco 487	698701,6217	7477063,7830	Marco 565	699681,9834	7479266,9600
Marco 488	698609,6671	7476991,9590	Marco 566	699714,3059	7479299,8920
Marco 489	698605,4326	7476997,9750	Marco 567	699739,9797	7479334,1840
Marco 490	698552,5147	7477082,3670	Marco 568	699745,8055	7479367,4200
Marco 491	698466,7954	7477107,4000	Marco 569	699751,1163	7479412,5180
Marco 492	698401,1128	7477145,5250	Marco 570	699764,7921	7479486,9490
Marco 493	698351,2839	7477177,8040	Marco 571	699788,1212	7479541,2140
Marco 494	698447,0798	7477275,1390	Marco 572	699824,6200	7479591,2620
Marco 495	698478,2187	7477316,9590	Marco 573	699869,1333	7479634,1730
Marco 496	698490,7582	7477357,8130	Marco 574	699932,1921	7479672,4490
Marco 497	698483,0419	7477411,5050	Marco 575	699978,2754	7479723,7160
Marco 498	698416,0422	7477440,7520	Marco 576	700030,4954	7479740,4070
Marco 499	698351,9668	7477480,0790	Marco 577	699886,0306	7480000,5860
Marco 500	698273,4567	7477553,3300	Marco 578	699842,0539	7480069,3830
Marco 501	698217,3506	7477649,6800	Marco 579	699663,5567	7480375,3340
Marco 502	698201,0174	7477744,6260	Marco 580	699577,2667	7480530,8140
Marco 503	698168,7970	7477827,7140	Marco 581	699463,3875	7480723,7720
Marco 504	698141,7465	7477897,7180	Marco 582	699189,0133	7481192,5210
Marco 505	698116,5594	7477988,9880	Marco 583	699090,8742	7481371,6960
Marco 506	698114,2070	7478071,7480	Marco 584	699156,5972	7481401,3730
Marco 507	698148,6602	7478158,0600	Marco 585	699336,9215	7481495,6960
Marco 508	698207,1143	7478286,1100	Marco 586	699446,3182	7481554,9290
Marco 509	698237,4261	7478382,1060	Marco 587	699648,2939	7481618,5790
Marco 510	698237,5943	7478397,0890	Marco 588	699750,1638	7481700,2510
Marco 511	698230,6129	7478419,8310	Marco 589	699823,5917	7481774,1500
Marco 512	698213,7521	7478427,9110	Marco 590	699893,7400	7481818,4110
Marco 513	698181,8532	7478434,9290	Marco 591	699995,7874	7481856,2050
Marco 514	698142,4160	7478425,9450	Marco 592	700028,1597	7481886,2230
Marco 515	698069,9583	7478394,2570	Marco 593	700069,3514	7481911,0090
Marco 516	698017,7575	7478478,0100	Marco 594	700115,8051	7481909,3530
Marco 517	697962,5658	7478565,2840	Marco 595	700281,8921	7482010,5390
Marco 518	697893,4801	7478661,1840	Marco 596	700334,0200	7482026,2170
Marco 519	697813,9388	7478771,7870	Marco 597	700412,3341	7482049,8360
Marco 520	697795,6799	7478797,3120	Marco 598	700502,9764	7482049,6280
Marco 521	697847,8425	7478832,3350	Marco 599	700567,0439	7482038,8160
Marco 522	697851,2822	7478876,3670	Marco 600	700619,7834	7482095,4140
Marco 523	697833,0676	7478923,2900	Marco 601	700711,8011	7482209,3580
Marco 524	697832,7238	7478960,9040	Marco 602	700830,2045	7482305,5060
Marco 525	697850,5933	7478959,9680	Marco 603	700912,8276	7482402,3060
Marco 526	697851,5910	7478921,5080	Marco 604	700975,6522	7482466,6570
Marco 527	697962,6383	7478917,4750	Marco 605	701035,0120	7482527,0270
Marco 528	697961,9326	7478963,4160	Marco 606	701095,9855	7482587,3320
Marco 529	698029,2650	7478960,1380	Marco 607	701188,3065	7482684,5190
Marco 530	698027,1572	7478915,4570	Marco 608	701314,2503	7482786,1340
Marco 531	698462,5623	7478905,9370	Marco 609	701459,0577	7482822,1820
Marco 532	698570,0137	7478937,9250	Marco 610	701498,9719	7482825,9720
Marco 533	698621,5073	7478979,0960	Marco 611	701510,2198	7482801,2590
Marco 534	698672,3173	7479019,0020	Marco 612	701551,2985	7482791,2820
Marco 535	698744,6372	7479113,3430	Marco 613	701618,3277	7482823,2240
Marco 536	698795,8404	7479191,7090	Marco 614	701666,0050	7482847,2980
Marco 537	698832,7040	7479205,0780	Marco 615	701918,6432	7483042,7960
Marco 538	698866,1159	7479190,8500	Marco 616	701980,5676	7483073,5970
Marco 539	698892,6068	7479183,7870	Marco 617	702016,2716	7483080,1170
Marco 540	698921,5965	7479157,0820	Marco 618	702106,5866	7483054,8850
Marco 541	698952,2093	7479121,5690	Marco 619	702165,1066	7483044,9960
Marco 542	698984,7105	7479084,1760	Marco 620	702260,2687	7483054,9560
Marco 543	699017,4901	7479035,3670	Marco 621	702352,0115	7483073,1010
Marco 544	699032,5002	7479007,9470	Marco 622	702389,0619	7483110,5840
Marco 545	699027,9486	7478954,9920	Marco 623	702474,7588	7483178,7230
Marco 546	698986,3643	7478908,4130	Marco 624	702501,0700	7483185,2270
Marco 547	698944,3685	7478878,0710	Marco 625	702513,5920	7483206,7690
Marco 548	698935,0871	7478846,0190	Marco 626	702570,3058	7483301,2260
Marco 549	698954,5680	7478813,9960	Marco 627	702622,1913	7483405,1920
Marco 550	698995,0081	7478817,0760	Marco 628	702680,4861	7483527,0640
Marco 551	699037,9194	7478857,4560	Marco 629	702644,3772	7483569,4760
Marco 552	699079,1701	7478886,9620	Marco 630	702722,5735	7483686,1720
Marco 553	699111,0346	7478938,6300	Marco 631	702772,5514	7483762,1690
Marco 554	699122,9690	7478965,7550	Marco 632	702845,6707	7483828,9200
Marco 555	699149,5399	7478989,3090	Marco 633	702920,8015	7483882,2880
Marco 556	699209,4358	7478999,2830	Marco 634	702970,9466	7483904,6030
Marco 557	699330,2436	7478997,4580	Marco 635	703085,3177	7483913,4410
Marco 558	699411,7599	7479010,5680	Marco 636	703131,1730	7483897,3460
Marco 559	699453,2409	7479039,7560	Marco 637	703189,0290	7483856,1790
Marco 560	699523,5548	7479113,9900	Marco 638	703246,3446	7483806,6930

Marco 639	703296,8441	7483745,2960
Marco 640	703358,4291	7483639,4970
Marco 641	703407,9151	7483556,9590
Marco 642	703445,3775	7483514,5360
Marco 643	703478,3836	7483495,0450
Marco 644	703546,8156	7483481,2100
Marco 645	703576,4760	7483493,7480
Marco 646	703751,5676	7483632,0430
Marco 647	703781,2796	7483644,3270
Marco 648	703802,2338	7483663,3280
Marco 649	703843,3728	7483684,7590
Marco 650	703934,0524	7483709,3160
Marco 651	703998,1380	7483711,6040
Marco 652	704061,2935	7483725,4900
Marco 653	704111,9412	7483753,7520
Marco 654	704124,7637	7483773,2770
Marco 655	704166,3305	7483849,0490
Marco 656	704177,1242	7483906,7000
Marco 657	704180,5589	7483958,2400
Marco 658	704184,7375	7484043,1270
Marco 659	704202,7596	7484121,8620
Marco 660	704247,1433	7484212,1250
Marco 661	704289,1940	7484274,1830
Marco 662	704331,4663	7484296,8730
Marco 663	704414,0578	7484305,7040
Marco 664	704467,1209	7484290,1520
Marco 665	704527,4707	7484248,2190
Marco 666	704561,6631	7484216,0590
Marco 667	704619,7471	7484174,8380
Marco 668	704714,7579	7484131,8800
Marco 669	704812,1057	7484089,4220
Marco 670	704942,9622	7484065,7000
Marco 671	705012,0015	7484059,3790
Marco 672	705076,9669	7484063,6010
Marco 673	705215,9184	7484045,3290
Marco 674	705292,1999	7484026,8580
Marco 675	705359,5413	7484038,4170
Marco 676	705395,5701	7484055,5810
Marco 677	705412,3796	7484095,3150
Marco 678	705427,7363	7484162,4320
Marco 679	705407,7766	7484197,0670
Marco 680	705371,0144	7484243,9320
Marco 681	705307,7150	7484335,0270
Marco 682	705297,2538	7484383,5610
Marco 683	705306,2528	7484442,5490
Marco 684	705326,0298	7484483,8320
Marco 685	705355,7207	7484497,2300
Marco 686	705411,0906	7484509,2790
Marco 687	705458,6358	7484523,8680
Marco 688	705545,9830	7484528,7070
Marco 689	705623,3601	7484527,6840
Marco 690	705706,9780	7484506,5380
Marco 691	705764,8104	7484468,9670
Marco 692	705802,6092	7484426,3880
Marco 693	705833,6261	7484379,4120
Marco 694	705876,7344	7484328,2730
Marco 695	705932,1849	7484296,4310
Marco 696	706003,3930	7484271,1520
Marco 697	706049,8786	7484256,1620
Marco 698	706079,1961	7484240,3900
Marco 699	706093,4374	7484207,3850
Marco 700	706097,4626	7484198,9700

DECRETO Nº 114/2018.

CRIA A ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) DO ALTO DO GAIA, NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO, NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.

O PREFEITO DO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO, no uso de suas atribuições legais,

CONSIDERANDO, com base na Lei Federal nº 9.985 de 19 de julho de 2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), a necessidade de se preservarem as últimas reservas dos ecossistemas associados do Bioma de Mata Atlântica, no Município de São Gonçalo, e considerando ainda, a necessidade de contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais promovendo o desenvolvimento sustentável e aliados recursos com o meio antrópico;

CONSIDERANDO que o objetivo de uma Área de Proteção Ambiental (APA) é a conservação de processos naturais e da biodiversidade, orientando o desenvolvimento, adequando às várias atividades humanas às características ambientais da área;

CONSIDERANDO a necessidade da participação efetiva do Município quanto às questões ambientais na gestão dos recursos naturais e manutenção dos processos ecológicos;

CONSIDERANDO a possibilidade de criação de um Corredor Ecológico com a APA SERMAR, vertente da mesma serra ao lado do município de Maricá e com o PESET – Parque Estadual da Serra da Tiririca;

CONSIDERANDO a zona referida área contempla a zona de amortecimento do Parque Estadual da Serra da Tiririca - PESET;

CONSIDERANDO que é dever do Poder Público adotar mecanismos para a proteção ambiental e criação de políticas públicas garantindo a minimização de impactos sobre o bem estar da sociedade;

CONSIDERANDO que a área integra o Alto do Gaia, ponto mais alto da cidade, lugar de relevante interesse paisagístico, de eco turístico e na conservação dos recursos naturais;

CONSIDERANDO que o ICMS Ecológico, criado pela Lei Estadual nº 5.100 de 10 de outubro de 2007, incentiva os Municípios que preservam sua biodiversidade com maior pontuação nos critérios de repasse, recebendo recursos financeiros a título de compensação pelas áreas destinadas à conservação;

CONSIDERANDO o Inquérito Civil nº 284/16/MA do Ministério Público Estadual do Rio de Janeiro que sugere a implantação de novas Unidades de Conservação da Natureza no Município de São Gonçalo;

CONSIDERANDO a Lei Orgânica do Município de São Gonçalo de 1990 em seu artigo 203, que atribui às serras e florestas de Itaitindiba, Rio do Ouro, Santa Izabel, entre outras, como Áreas de Relevante Interesse Ecológico;

CONSIDERANDO o artigo 30 da Lei Complementar 01/2009, que cria o Plano Diretor de São Gonçalo, e afirma que será objeto de análise e de decisão a ser tratada em instrumento legal específico, a criação e a implantação de novas Unidades de Preservação na Serra do Calaboca e na Serra de Itaitindiba; DECRETA:

Art. 1º - Fica criada a Área de Proteção Ambiental (APA) do Alto do Gaia com a finalidade de fomentar o desenvolvimento sustentável, visando:

I - Preservar os remanescentes da Mata Atlântica existente no local e garantir a proteção dos ecossistemas e suas diversidades biológicas com vistas à minimização dos impactos ambientais resultantes das atividades antrópicas;

II - Preservar os mananciais, a geologia, o paisagismo e os bens culturais do local;

III - Promover o desenvolvimento de atividades econômicas compatíveis com a especificidade local, como por exemplo, o ecoturismo no Alto do Gaia;

IV - Proteger águas doces, nascentes e ecossistemas associados;

V - Proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais, principalmente na área que contempla a zona de amortecimento do Parque Estadual da Serra da Tiririca - PESET

VI - Possibilitar o uso sustentável dos recursos naturais;

VII - Promover a criação de um Corredor Ecológico com a APA SERMAR e com o PESET – Parque Estadual da Serra da Tiririca

VIII - Promover o cumprimento da legislação ambiental, a manutenção, e ampliação do aporte financeiro, com mais repasse do ICMS ecológico pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro e com consequente melhoria da qualidade de vida de seus cidadãos.

Art. 2º A área denominada como APA do Alto do Gaia, é compreendida por um perímetro total de 28,1 Km divididos em duas partes, sendo uma mais a oeste de perímetro: 14,2 Km e outra mais a leste, com perímetro: 13,9 Km. Localizam-se na Região Hidrográfica V - Baía de Guanabara (RH-V), e

contributiva da sub-bacia do Caceribu. Confronta-se ainda com o limite da Área de Proteção Ambiental (APA) SERMAR, no território de Maricá e está próxima ao limite do Parque Estadual da Serra da Tiririca (PESET), incorporando parte da Zona de Amortecimento do Parque Estadual da Serra da Tiririca (PESET). Delimitações estas constantes no Anexo Único deste Decreto.

Art. 3º A APA do Alto do Gaia é uma Unidade de Conservação que abriga ecossistemas que requerem proteção ambiental onde são permitidos usos voltados para a pesquisa, lazer e educação ambiental.

Art. 4º Na área que compreende a APA do Alto Gaia ficam proibidos:

I - A abertura de logradouros públicos ou privados;
II - O movimento de terras que não seja para recuperar áreas degradadas;

III - A derrubada de árvores ou qualquer espécie vegetal;

IV - A caça;

V - A implantação de atividades industriais potencialmente poluidoras, capazes de afetar a cobertura vegetal e mananciais de água;

VI - O exercício de atividades capazes de provocar acelerada erosão das terras ou acentuado assoreamento das coleções hídricas;

VII - O uso de biocidas quando indiscriminado ou em desacordo com as normas ou recomendações técnicas oficiais;

VIII - Novas atividades urbanas e ocupações, a qual será restrita àquelas já existentes, salvo um novo ordenamento do Plano de Manejo.

Art. 5º Para os fins previstos neste Decreto entendem-se as definições previstas de acordo com a lei federal 9985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), no artigo 2º;

Art. 6º O Plano de Manejo da APA do Alto Gaia deverá ser elaborado no prazo de 01 (um) ano, a partir da publicação deste Decreto.

Art. 7º O Conselho Gestor da APA do Alto Gaia deverá ser instituído no prazo de 06 (seis) meses, a partir da publicação deste Decreto.

Art. 8º Este Decreto entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

São Gonçalo, 26 de abril de 2018

JOSÉ LUIZ NANJI

Prefeito

Anexo Único: Mapa de Localização e Tabela de Coordenadas



Referência Cartográfica

Sistema de Coordenada:

Universal Transversal de Mercator – UTM – Zona 23K

Sistema Geodésico:

Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - Sirgas 2000

Tabela de Coordenadas:

Pontos de Referência	Coordenada X (m E)	Coordenada Y (m S)
Marco 1	711101,4080	7468031,0170
Marco 2	711215,1349	7468000,6930
Marco 3	711366,9949	7467627,2310
Marco 4	711476,0842	7467634,7540
Marco 5	711587,1521	7467484,8130

Marco 6	711599,6546	7467491,4420
Marco 7	711600,7737	7467492,3370
Marco 8	711606,3345	7467496,7880
Marco 9	711620,7937	7467508,3530
Marco 10	711623,3487	7467509,8030
Marco 11	711626,7999	7467512,3580
Marco 12	711642,6796	7467520,5010
Marco 13	711650,8229	7467525,7040
Marco 14	711663,3356	7467529,8740
Marco 15	711673,3447	7467534,8790
Marco 16	711680,8520	7467538,0960
Marco 17	711685,3003	7467537,9380
Marco 18	711710,8811	7467542,3870
Marco 19	711728,2655	7467529,7420
Marco 20	711729,9902	7467523,2780
Marco 21	711735,4502	7467512,3580
Marco 22	711736,6196	7467508,0670
Marco 23	711740,9103	7467492,3370
Marco 24	711743,5220	7467484,9400
Marco 25	711744,2460	7467482,3280
Marco 26	711746,1116	7467477,5330
Marco 27	711746,3703	7467476,8680
Marco 28	711750,3933	7467461,7820
Marco 29	711677,1448	7467440,2260
Marco 30	711628,4318	7467430,4010
Marco 31	711528,2614	7467369,9360
Marco 32	711382,0585	7467307,2290
Marco 33	711293,2451	7467237,1880
Marco 34	711236,5218	7467218,8290
Marco 35	711181,5963	7467186,9680
Marco 36	711117,6480	7467170,9290
Marco 37	711015,4042	7467151,0540
Marco 38	710920,1599	7467153,1920
Marco 39	710837,5543	7467136,9330
Marco 40	710728,3321	7467102,0210
Marco 41	710712,3349	7467085,4200
Marco 42	710667,5923	7467051,0500
Marco 43	710624,8942	7467039,5320
Marco 44	710523,2320	7467038,0810
Marco 45	710453,4084	7467057,7510
Marco 46	710381,1938	7467062,3500
Marco 47	710307,0223	7467034,6610
Marco 48	710240,8798	7467018,0940
Marco 49	710204,3590	7466983,9800
Marco 50	710033,6996	7466904,4440
Marco 51	709851,3536	7466850,5910
Marco 52	709801,5012	7466883,2170
Marco 53	709804,0407	7466784,8420
Marco 54	709806,6290	7466735,2760
Marco 55	709827,3072	7466700,9790
Marco 56	709841,6689	7466667,2500
Marco 57	709834,3266	7466636,8450
Marco 58	709815,1550	7466592,9070
Marco 59	709798,3508	7466560,3000
Marco 60	709767,3113	7466548,9750
Marco 61	709736,4219	7466532,8430
Marco 62	709723,7321	7466512,8940
Marco 63	709707,1208	7466491,4670
Marco 64	709718,8653	7466436,4360
Marco 65	709731,7351	7466404,2130
Marco 66	709751,3026	7466339,1440
Marco 67	709773,8082	7466282,8800
Marco 68	709779,4908	7466232,2690
Marco 69	709764,7549	7466191,4290
Marco 70	709751,6998	7466152,0110
Marco 71	709736,8724	7466120,7350
Marco 72	709709,4986	7466135,5340
Marco 73	709673,6406	7466155,7870
Marco 74	709632,5454	7466175,6230
Marco 75	709578,4692	7466185,2200
Marco 76	709469,2769	7466158,2100
Marco 77	709397,7776	7466153,2220
Marco 78	709304,8250	7466157,7080
Marco 79	709205,5737	7466131,2620
Marco 80	709178,7364	7466116,1800
Marco 81	709123,5088	7466132,8950
Marco 82	709078,8774	7466226,1990
Marco 83	709044,5260	7466267,4280

Marco 84	708998,1004	7466305,3500	Marco 162	707915,7705	7465992,3130
Marco 85	708968,1396	7466311,3800	Marco 163	707909,9220	7465993,6120
Marco 86	708923,6869	7466309,1690	Marco 164	707897,1819	7465995,8870
Marco 87	708845,2272	7466317,5160	Marco 165	707883,6208	7465994,4330
Marco 88	708838,0993	7466282,9820	Marco 166	707880,2081	7465993,9270
Marco 89	708577,7400	7466209,8700	Marco 167	707867,1528	7465992,4230
Marco 90	708573,6273	7466205,3010	Marco 168	707858,3204	7465989,7040
Marco 91	708560,8249	7466191,0760	Marco 169	707837,1237	7465980,8720
Marco 92	708559,3238	7466189,5750	Marco 170	707816,4787	7465971,4880
Marco 93	708557,8227	7466188,3470	Marco 171	707807,0946	7465967,2230
Marco 94	708545,8104	7466179,0640	Marco 172	707797,6115	7465960,3260
Marco 95	708542,4031	7466176,4660	Marco 173	707789,0778	7465950,8430
Marco 96	708527,7936	7466164,0490	Marco 174	707785,3498	7465942,5580
Marco 97	708526,1697	7466162,6710	Marco 175	707780,5991	7465924,3470
Marco 98	708525,0645	7466161,0470	Marco 176	707779,3748	7465920,8140
Marco 99	708511,7307	7466147,0810	Marco 177	707778,5665	7465919,3130
Marco 100	708508,6845	7466141,9380	Marco 178	707777,0654	7465917,0600
Marco 101	708501,5181	7466131,0180	Marco 179	707771,0592	7465914,8080
Marco 102	708500,3195	7466128,4630	Marco 180	707747,0363	7465920,8140
Marco 103	708497,7645	7466124,3440	Marco 181	707717,0072	7465950,8430
Marco 104	708487,7554	7466110,9980	Marco 182	707697,5773	7465961,4420
Marco 105	708481,5952	7466100,9890	Marco 183	707686,9781	7465968,8600
Marco 106	708476,9747	7466091,7490	Marco 184	707679,4708	7465973,3650
Marco 107	708467,7354	7466078,4670	Marco 185	707666,9580	7465980,8720
Marco 108	708463,5932	7466075,1020	Marco 186	707663,6223	7465987,5450
Marco 109	708459,1559	7466070,9590	Marco 187	707663,6223	7465999,6420
Marco 110	708448,0617	7466060,6040	Marco 188	707663,6223	7466004,2280
Marco 111	708437,7062	7466052,1910	Marco 189	707661,9544	7466010,9010
Marco 112	708429,8727	7466048,7640	Marco 190	707661,2396	7466015,1920
Marco 113	708415,1844	7466040,9300	Marco 191	707656,9489	7466025,9160
Marco 114	708409,9865	7466038,6210	Marco 192	707626,9198	7466025,9160
Marco 115	708407,6771	7466037,5950	Marco 193	707616,9107	7466020,9100
Marco 116	708402,6716	7466035,9250	Marco 194	707616,9107	7466010,9010
Marco 117	708386,6564	7466031,9220	Marco 195	707606,8998	7466000,8920
Marco 118	708377,6480	7466028,0600	Marco 196	707605,6504	7465999,6420
Marco 119	708366,3871	7466029,6690	Marco 197	707596,8907	7465990,8810
Marco 120	708358,8798	7466029,6690	Marco 198	707584,8783	7465992,8840
Marco 121	708356,9583	7466029,8830	Marco 199	707578,8739	7465992,8840
Marco 122	708347,6189	7466030,9210	Marco 200	707566,8615	7465995,8870
Marco 123	708339,0394	7466032,3510	Marco 201	707565,6096	7465999,6420
Marco 124	708324,6553	7466033,8650	Marco 202	707563,1079	7466007,1470
Marco 125	708317,5897	7466034,9240	Marco 203	707560,8554	7466010,9010
Marco 126	708312,9692	7466036,3100	Marco 204	707560,8554	7466016,9070
Marco 127	708287,5606	7466040,9300	Marco 205	707566,8615	7466025,9160
Marco 128	708263,3910	7466046,7900	Marco 206	707576,8706	7466030,9210
Marco 129	708260,6498	7466047,5610	Marco 207	707596,8907	7466040,9300
Marco 130	708257,5315	7466048,4380	Marco 208	707621,4598	7466046,3900
Marco 131	708248,6331	7466049,8290	Marco 209	707626,9198	7466050,9390
Marco 132	708237,7974	7466051,2250	Marco 210	707640,2665	7466057,6130
Marco 133	708227,5023	7466052,9430	Marco 211	707646,9398	7466070,9590
Marco 134	708217,4932	7466050,9390	Marco 212	707651,4889	7466076,4190
Marco 135	708203,4794	7466046,9360	Marco 213	707656,9489	7466100,9890
Marco 136	708197,4732	7466045,5510	Marco 214	707680,3047	7466107,6620
Marco 137	708194,3116	7466044,0920	Marco 215	707686,9781	7466116,0030
Marco 138	708187,4641	7466040,9300	Marco 216	707701,9926	7466131,0180
Marco 139	708173,9360	7466034,4380	Marco 217	707709,4999	7466138,5250
Marco 140	708167,4441	7466030,9210	Marco 218	707717,0072	7466161,0470
Marco 141	708152,8841	7466025,4610	Marco 219	707732,6229	7466175,4600
Marco 142	708151,5461	7466025,0320	Marco 220	707747,0363	7466191,0760
Marco 143	708137,4150	7466020,1400	Marco 221	707766,7099	7466201,4310
Marco 144	708130,1350	7466018,1810	Marco 222	707777,0654	7466206,0900
Marco 145	708107,3858	7466010,9010	Marco 223	707790,7145	7466207,4560
Marco 146	708087,6517	7466000,6060	Marco 224	707794,2244	7466208,2350
Marco 147	708085,5497	7465999,6420	Marco 225	707807,0946	7466209,8440
Marco 148	708077,3567	7465995,8870	Marco 226	707815,6741	7466212,5260
Marco 149	708065,3443	7465992,8840	Marco 227	707832,5031	7466216,4840
Marco 150	708057,3367	7465990,8810	Marco 228	707837,1237	7466217,7690
Marco 151	708047,3276	7465988,3790	Marco 229	707839,7355	7466218,4930
Marco 152	708041,1143	7465987,0850	Marco 230	707844,6310	7466221,1050
Marco 153	708020,1577	7465983,7310	Marco 231	707859,9461	7466228,3120
Marco 154	708017,2985	7465983,1810	Marco 232	707867,1528	7466230,1130
Marco 155	708015,1540	7465983,0160	Marco 233	707877,9317	7466240,3550
Marco 156	707987,2693	7465980,8720	Marco 234	707884,6692	7466251,1340
Marco 157	707959,3113	7465982,9430	Marco 235	707884,8178	7466254,7010
Marco 158	707957,2402	7465983,0160	Marco 236	707884,9280	7466257,3470
Marco 159	707954,3810	7465983,7310	Marco 237	707885,1696	7466263,1470
Marco 160	707934,4911	7465988,1520	Marco 238	707884,7553	7466268,7370
Marco 161	707927,2111	7465990,1110	Marco 239	707885,1696	7466281,1630

Marco 396	708287,5606	7467416,2640	Marco 474	708820,2514	7467370,0450
Marco 397	708296,7999	7467401,4800	Marco 475	708828,0849	7467372,8110
Marco 398	708302,5752	7467392,2410	Marco 476	708840,5115	7467374,6380
Marco 399	708300,2053	7467379,5960	Marco 477	708845,1284	7467375,1970
Marco 400	708299,5730	7467374,2240	Marco 478	708862,9102	7467377,9760
Marco 401	708297,5697	7467362,2120	Marco 479	708871,0996	7467379,2550
Marco 402	708293,7739	7467355,9990	Marco 480	708876,1308	7467380,2290
Marco 403	708287,5606	7467344,1950	Marco 481	708888,1431	7467382,2320
Marco 404	708280,4950	7467339,2480	Marco 482	708895,4671	7467384,9170
Marco 405	708277,5515	7467332,1830	Marco 483	708909,5928	7467392,2410
Marco 406	708274,2139	7467318,8360	Marco 484	708915,0106	7467395,4030
Marco 407	708273,4295	7467316,2850	Marco 485	708918,1723	7467397,7010
Marco 408	708270,4016	7467302,1540	Marco 486	708927,4116	7467401,4800
Marco 409	708274,9159	7467289,5090	Marco 487	708928,0276	7467401,7480
Marco 410	708287,5606	7467278,1310	Marco 488	708947,7934	7467409,6040
Marco 411	708290,1724	7467274,7360	Marco 489	708948,2014	7467409,7570
Marco 412	708293,5668	7467272,1240	Marco 490	708958,5569	7467411,9150
Marco 413	708304,9450	7467259,4800	Marco 491	708969,6510	7467413,6910
Marco 414	708317,5897	7467254,9660	Marco 492	708978,2305	7467415,3400
Marco 415	708331,4496	7467255,9550	Marco 493	708984,2367	7467416,2640
Marco 416	708333,4877	7467256,2260	Marco 494	709005,5306	7467419,5410
Marco 417	708361,7500	7467257,9930	Marco 495	709008,2597	7467419,9610
Marco 418	708363,3482	7467257,8250	Marco 496	709009,9275	7467420,6020
Marco 419	708377,6480	7467258,4750	Marco 497	709014,2658	7467422,2700
Marco 420	708390,1607	7467259,6120	Marco 498	709030,5396	7467430,0190
Marco 421	708395,1644	7467259,6120	Marco 499	709038,2888	7467434,2830
Marco 422	708407,6771	7467260,5740	Marco 500	709049,5497	7467441,0380
Marco 423	708418,7987	7467261,0030	Marco 501	709068,3179	7467452,2990
Marco 424	708426,0824	7467260,5010	Marco 502	709093,3416	7467457,3050
Marco 425	708437,7062	7467260,8640	Marco 503	709098,3470	7467458,7340
Marco 426	708447,1893	7467262,6410	Marco 504	709106,5361	7467460,4880
Marco 427	708462,2754	7467266,6640	Marco 505	709118,3671	7467462,3080
Marco 428	708467,7354	7467267,8340	Marco 506	709128,3762	7467464,8120
Marco 429	708470,9813	7467268,8790	Marco 507	709142,8739	7467467,8310
Marco 430	708471,3632	7467269,1110	Marco 508	709145,0586	7467468,9820
Marco 431	708486,9350	7467277,8270	Marco 509	709158,4053	7467473,7490
Marco 432	708499,5027	7467284,4410	Marco 510	709164,1256	7467476,6080
Marco 433	708506,2358	7467287,2580	Marco 511	709170,4177	7467482,3280
Marco 434	708510,7501	7467289,1680	Marco 512	709182,9744	7467487,7880
Marco 435	708511,7397	7467289,7700	Marco 513	709188,4344	7467490,5170
Marco 436	708521,1203	7467295,4800	Marco 514	709200,4468	7467494,3410
Marco 437	708527,7936	7467299,1510	Marco 515	709205,8188	7467494,9730
Marco 438	708530,0187	7467299,9290	Marco 516	709218,4635	7467502,3480
Marco 439	708542,8082	7467302,1540	Marco 517	709228,4726	7467502,3480
Marco 440	708556,3583	7467303,6180	Marco 518	709240,9854	7467504,8500
Marco 441	708557,8227	7467303,7340	Marco 519	709248,4927	7467504,8500
Marco 442	708560,1321	7467304,4630	Marco 520	709259,7536	7467493,5890
Marco 443	708580,0183	7467309,9870	Marco 521	709263,5072	7467482,3280
Marco 444	708587,6983	7467312,6990	Marco 522	709257,5010	7467473,3200
Marco 445	708587,8519	7467312,7530	Marco 523	709248,4927	7467452,2990
Marco 446	708590,8205	7467312,9270	Marco 524	709235,4374	7467435,3250
Marco 447	708599,1128	7467313,4150	Marco 525	709229,7245	7467422,2700
Marco 448	708606,6201	7467313,4150	Marco 526	709228,4726	7467412,2610
Marco 449	708617,1764	7467314,1190	Marco 527	709224,4697	7467398,2470
Marco 450	708617,8810	7467314,1660	Marco 528	709223,4690	7467392,2410
Marco 451	708623,5264	7467315,2950	Marco 529	709223,9236	7467386,7810
Marco 452	708626,7014	7467315,9300	Marco 530	709218,4635	7467362,2120
Marco 453	708632,8956	7467317,1680	Marco 531	709241,2860	7467355,0050
Marco 454	708634,1098	7467317,3830	Marco 532	709248,4927	7467353,2030
Marco 455	708647,9101	7467319,8180	Marco 533	709278,5218	7467341,1910
Marco 456	708657,2521	7467322,8410	Marco 534	709284,9569	7467338,6180
Marco 457	708675,0800	7467329,3240	Marco 535	709293,5364	7467332,1830
Marco 458	708677,9393	7467330,3060	Marco 536	709299,0679	7467322,7000
Marco 459	708679,2736	7467330,8480	Marco 537	709303,0909	7467307,6140
Marco 460	708682,2299	7467332,1830	Marco 538	709305,2152	7467302,1540
Marco 461	708684,9099	7467333,2250	Marco 539	709306,0491	7467299,6520
Marco 462	708688,0849	7467334,4600	Marco 540	709308,5509	7467292,1450
Marco 463	708700,7617	7467339,3890	Marco 541	709316,0582	7467279,6320
Marco 464	708707,9684	7467341,6660	Marco 542	709323,5655	7467272,1240
Marco 465	708714,0141	7467345,1660	Marco 543	709333,3583	7467266,9030
Marco 466	708720,9815	7467349,1990	Marco 544	709338,5801	7467265,4510
Marco 467	708727,9884	7467352,2030	Marco 545	709344,0401	7467266,6640
Marco 468	708737,9975	7467356,9900	Marco 546	709363,1492	7467266,6640
Marco 469	708743,0030	7467357,2060	Marco 547	709368,6092	7467267,5040
Marco 470	708765,0245	7467359,2100	Marco 548	709372,2492	7467268,4840
Marco 471	708770,7557	7467359,4830	Marco 549	709398,6383	7467272,1240
Marco 472	708798,0558	7467362,2120	Marco 550	709422,3460	7467278,4460
Marco 473	708813,4742	7467367,6540	Marco 551	709428,6674	7467280,1320

ANEXO III

Decreto 066, 067 e 068 de 05 de abril de 2019 alterando a redação do artigo 20 e 50 do decreto 112/2018, 113/2018 e 114/2018.



**PREFEITURA
MUNICIPAL DE
SÃO GONÇALO**
DIÁRIO OFICIAL ELETRÔNICO
Em 05 de abril de 2019.

GABINETE DO PREFEITO

DECRETO Nº 066/2019

ALTERA A REDAÇÃO DO ART. 2º E INSERE O ART. 5º-A, DO DECRETO 112/2018.

O PREFEITO MUNICIPAL DE SÃO GONÇALO, no uso de suas atribuições legais,

CONSIDERANDO a orientação do Ministério do Meio Ambiente (MMA) / Secretaria de Biodiversidade (Sbio) / Departamento de Áreas Protegidas (DAP) da necessidade da adequação legal: "O documento de criação da Unidade de Conservação ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DAS ESTÂNCIAS DE PENDOTIBA deverá atender aos preceitos estabelecidos no Art. 2º do Decreto n.º 4.340/2002." visando o enquadramento dessa Unidade no SNUC.

CONSIDERANDO que o ICMS Ecológico, criado pela Lei Estadual nº 5.100 de 10 de outubro de 2007, incentiva os Municípios que preservam sua biodiversidade com maior pontuação nos critérios de repasse, recebendo recursos financeiros a título de compensação pelas áreas destinadas à conservação;

CONSIDERANDO ainda, a necessidade de contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais, promovendo o desenvolvimento sustentável e aliando tais recursos com o meio antrópico;

CONSIDERANDO a necessidade de dar publicidade e transparência tomando a área registrada em Cadastro Nacional de Unidade de Conservação (CNUC) e incluída no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) com o devido reconhecimento federativo.

Art. 1º - altera o art. 2º que passa a ter a seguinte redação:

"Art. 2º - A área denominada como APA DAS ESTÂNCIAS DE PENDOTIBA, é compreendida por um perímetro total de 9,3 Km, com área de 91,3 hectares, localizando-se na Região Hidrográfica V - Baía de Guanabara (RH-V). É contribuinte da sub-bacia do Guaxindiba/Aicântara, está próxima ao limite da Área de Proteção Ambiental (APA) do Engenho Pequeno e apresenta as delimitações constantes no Anexo Único deste Decreto."

Art. 2º - Fica inserido o artigo 5º-A com a seguinte redação:

Art. 5º-A - A gestão da ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DAS ESTÂNCIAS DE PENDOTIBA caberá ao órgão executor da política Municipal do Meio Ambiente, ou seja, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

São Gonçalo, 20 de Março de 2019.

JOSE LUIZ NANJI
Prefeito

DECRETO Nº 067/2019

ALTERA A REDAÇÃO DO ART. 2º E INSERE O ART. 5º-A, DO DECRETO 113/2018.

O PREFEITO MUNICIPAL DE SÃO GONÇALO, no uso de suas atribuições legais,

CONSIDERANDO a orientação do Ministério do Meio Ambiente (MMA) / Secretaria de Biodiversidade (Sbio) / Departamento de Áreas Protegidas (DAP) da necessidade da adequação legal: "O documento de criação da Unidade de Conservação ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE ITAOCA deverá atender aos preceitos estabelecidos no Art. 2º do Decreto n.º 4.340/2002." visando o enquadramento dessa Unidade no SNUC.

CONSIDERANDO que o ICMS Ecológico, criado pela Lei Estadual nº 5.100 de 10 de outubro de 2007, incentiva os Municípios que preservam sua biodiversidade com maior pontuação nos critérios de repasse, recebendo recursos financeiros a título de compensação pelas áreas destinadas à conservação;

CONSIDERANDO ainda, a necessidade de contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais, promovendo o desenvolvimento sustentável e aliando tais recursos com o meio antrópico;

CONSIDERANDO a necessidade de dar publicidade e transparência tomando a área registrada em Cadastro Nacional de Unidade de Conservação (CNUC) e incluída no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) com o devido reconhecimento federativo.

Art. 1º - altera o art. 2º que passa a ter a seguinte redação:

"Art. 2º - A área denominada como APA de Itaoça, é compreendida por um perímetro total de 48,2 km, com área de 3076 hectares, localizando-se na Região Hidrográfica V - Baía de Guanabara (RH-V). É contribuinte da sub-bacia do Guaxindiba/Aicântara. Sobrepõe parte da Área de Proteção Ambiental (APA) de Guapimirim e da Zona de Amortecimento da Estação Ecológica da Guanabara (ESEC), gerida pelo Instituto Chico Mendes (ICM-Bio). E apresenta as delimitações constantes no Anexo Único deste Decreto."

Art. 2º - Fica inserido o artigo 5º-A com a seguinte redação:

Art. 5º-A - A gestão da ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE ITAOCA caberá ao órgão executor da política Municipal do Meio Ambiente, ou seja, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

São Gonçalo, 20 de Março de 2019.

JOSE LUIZ NANJI
Prefeito

DECRETO Nº 068/2019

sistemas naturais, promovendo o desenvolvimento sustentável e aliando tais recursos com o meio antrópico;

CONSIDERANDO a necessidade de dar publicidade e transparência tomando a área registrada em Cadastro Nacional de Unidade de Conservação (CNUC) e incluída no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) com o devido reconhecimento federativo.

Art. 1º - altera o art. 2º que passa a ter a seguinte redação:

"Art. 2º - A área denominada como Área de Proteção Ambiental de Itaoça (APA de Itaoça), é compreendida por um perímetro total de 48,2 km, com área de 3076 hectares, localizando-se na Região Hidrográfica V - Baía de Guanabara (RH-V). É contribuinte da sub-bacia do Guaxindiba/Aicântara. Sobrepõe parte da Área de Proteção Ambiental (APA) de Guapimirim e da Zona de Amortecimento da Estação Ecológica da Guanabara (ESEC), gerida pelo Instituto Chico Mendes (ICM-Bio). E apresenta as delimitações constantes no Anexo Único deste Decreto."

Art. 2º - Fica inserido o artigo 5º-A com a seguinte redação:

Art. 5º-A - A gestão da ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE ITAOCA caberá ao órgão executor da política Municipal do Meio Ambiente, ou seja, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

São Gonçalo, 20 de Março de 2019.

JOSE LUIZ NANJI
Prefeito

DECRETO Nº 068/2019

ALTERA A REDAÇÃO DO ART. 2º E INSERE O ART. 5º-A, DO DECRETO 114/2018.

O PREFEITO MUNICIPAL DE SÃO GONÇALO, no uso de suas atribuições legais,

CONSIDERANDO a orientação do Ministério do Meio Ambiente (MMA) / Secretaria de Biodiversidade (Sbio) / Departamento de Áreas Protegidas (DAP) da necessidade da adequação legal: "O documento de criação da Unidade de Conservação ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO ALTO DO GAIA deverá atender aos preceitos estabelecidos no Art. 2º do Decreto n.º 4.340/2002." visando o enquadramento dessa Unidade no SNUC.

CONSIDERANDO que o ICMS Ecológico, criado pela Lei Estadual nº 5.100 de 10 de outubro de 2007, incentiva os Municípios que preservam sua biodiversidade com maior pontuação nos critérios de repasse, recebendo recursos financeiros a título de compensação pelas áreas destinadas à conservação;

CONSIDERANDO ainda, a necessidade de contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais, promovendo o desenvolvimento sustentável e aliando tais recursos com o meio antrópico;

CONSIDERANDO a necessidade de dar publicidade e transparência tomando a área registrada em Cadastro Nacional de Unidade de Conservação (CNUC) e incluída no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) com o devido reconhecimento federativo.

Art. 1º - altera o art. 2º que passa a ter a seguinte redação:

"Art. 2º - A área denominada como APA do Alto do Gaia, é compreendida por um perímetro total de 28,1 Km, com área de 531 hectares, divididos em duas partes, sendo uma mais a oeste de perímetro: 14,2 Km e área de 382 hectares e outra mais a leste, com perímetro: 13,9 Km e área de 149 hectares. Localizando-se na Região Hidrográfica V - Baía de Guanabara (RH-V), é contribuinte da sub-bacia do Caceribu. Confronta-se ainda com o limite da Área de Proteção Ambiental (APA) SERMAR, no território de Maricá e está próxima ao limite do Parque Estadual da Serra da Tiririca (PESET), incorporando parte da Zona de Amortecimento do Parque Estadual da Serra da Tiririca (PESET). Delimitações estas constantes no Anexo Único deste Decreto."

Art. 2º - Fica inserido o artigo 5º-A com a seguinte redação:

Art. 5º-A - A gestão da ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO ALTO DO GAIA caberá ao órgão executor da política Municipal do Meio Ambiente, ou seja, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

São Gonçalo, 20 de março de 2019.


D.O.E. - 05/04/2019

1

ANEXO IV

Documento de submissão do artigo intitulado: Ambiental impacts of a dumpsite in a mangrove ecosystem referente ao capítulo 2.

4/26/2021 ScholarOne Manuscripts

 Anais da Academia Brasileira de Ciências

[# Home](#)

[/ Author](#)

Submission Confirmation

Thank you for your submission

Submitted to
Anais da Academia Brasileira de Ciências

Manuscript ID
AABC-2021-0652

Title
Ambiental impacts of a dumpsite in a mangrove ecosystem

Authors
Pinto, Fernando
Senez-Mello, Thaise
de Sousa-Filho, Izidro
da Costa Junior, Walkmar
Crapez, Mirian

Date Submitted
26-Apr-2021

[Author Dashboard](#)

ANEXO V

E-mail de confirmação da submissão do artigo intitulado: Ambiental impacts of a dumpsite in a mangrove ecosystem referente ao capítulo 2.

29/04/2021 E-mail de Universidade Federal Fluminense - Annals of the Brazilian Academy of Sciences - Account Created in ScholarOne Manu...



Fernando Neves Pinto <fermandopinto@id.uff.br>

Annals of the Brazilian Academy of Sciences - Account Created in ScholarOne Manuscripts

1 mensagem

Daniel Sant'Anna <onbehalf@manuscriptcentral.com>
Responder a: dlopes@abc.org.br
Para: fermandopinto@id.uff.br

26 de abril de 2021 13:12

26-Apr-2021

Dear Mr. Pinto:

A manuscript titled *Ambiental impacts of a dumpsite in a mangrove ecosystem* (AABC-2021-0652) has been submitted by Mr. Fernando Pinto to the Annals of the Brazilian Academy of Sciences.

You are listed as a co-author for this manuscript. The online peer-review system, ScholarOne Manuscripts, automatically creates a user account for you. Your USER ID and PASSWORD for your account is as follows:

Site URL: <https://mc04.manuscriptcentral.com/aabo-scielo>

USER ID: fermandopinto@id.uff.br

PASSWORD: For security reasons your password is not contained in this email. To set your password click the link below.

https://mc04.manuscriptcentral.com/aabo-scielo?URL_MASK=2f5dd2881408448fbc6158e11646c31f

You can use the above USER ID and PASSWORD (once set) to log in to the site and check the status of papers you have authored/co-authored. Please log in to <https://mc04.manuscriptcentral.com/aabo-scielo> to update your account information via the edit account tab at the top right.

According to the policy of the AABC, all authors must have approved the submission of their manuscript. If you have seen the manuscript and approved its submission, no action is necessary. If you do not approve the submission of this manuscript to the AABC, please contact us immediately.

Thank you for your participation.

Sincerely,

Annals of the Brazilian Academy of Sciences Editorial Office

To create a new ORCID iD record or to link your user account to an existing ORCID iD, simply click this link:

https://mc04.manuscriptcentral.com/aabo-scielo?URL_MASK=d153e28254ff4f5885cdc94c82c742b3

Log in to Remove This Account - https://mc04.manuscriptcentral.com/aabo-scielo?URL_MASK=30f98a30cd9249c8a3983f7ef39b1741

<https://mail.google.com/mail/u/1?ik=353d88fb61&view-pt&search=all&permthid=thread-f%3A1698120134036772669&simlpi-msg-f%3A1698120...> 1/1

ANEXO VI

DOCUMENTO DE SUBMISSÃO DO ARTIGO INTITULADO: INTERFERENCIA DA OCUPAÇÃO URBANA NA DISTRIBUIÇÃO DE POPs EM MANGUEZAL. referente ao capítulo 3.

ScholarOne Manuscripts


<https://mc04.manuscriptcentral.com/esa-scielo>

Engenharia Sanitária e Ambiental

 Início

 Autor

Confirmação da submissão

 imprimir

Obrigado pela sua submissão

Submetido para
Engenharia Sanitária e Ambiental

ID do manuscrito
ESA-2021-0116

Título
Interferência da ocupação urbana na distribuição de POPs em manguezal

Autores
Pinto, Fernando Neves
Massone, Carlos German
Senez-Mello, Thaise
Sobrinho da Silva, Frederico
Crapez, Mirian Araujo Carlos

Data da submissão
29-abr-2021

Painel do autor

ANEXO VII

E-mail de confirmação da submissão do artigo intitulado: Interferência da ocupação urbana na distribuição de pop_s em manguezal referente ao capítulo 3

29/04/2021

E-mail de Universidade Federal Fluminense - Engenharia Sanitária e Ambiental - Manuscript ID ESA-2021-0116



Fernando Neves Pinto <fernandopinto@id.uff.br>

Engenharia Sanitária e Ambiental - Manuscript ID ESA-2021-0116

1 mensagem

Allan Rodrigues <onbehalf@manuscriptcentral.com>

29 de abril de 2021 17:47

Responder a: allan.rodrigues@abes-dn.org.br

Para: fernandopinto@id.uff.br, fnevesbiologo@gmail.com

Cc: fernandopinto@id.uff.br, fnevesbiologo@gmail.com, massone@puc-rio.br, thaise_senez@id.uff.br, fsobrinho@gmail.com, miriancrapez@id.uff.br

29-Apr-2021

Dear Sr. Pinto:

Your manuscript entitled "Interferência da ocupação urbana na distribuição de POPs em manguezal" has been successfully submitted online and is presently being given full consideration for publication in the Engenharia Sanitária e Ambiental.

Your manuscript ID is ESA-2021-0116.

Please mention the above manuscript ID in all future correspondence or when calling the office for questions. If there are any changes in your street address or e-mail address, please log in to ScholarOne Manuscripts at <https://mc04.manuscriptcentral.com/esa-scielo> and edit your user information as appropriate.

You can also view the status of your manuscript at any time by checking your Author Center after logging in to <https://mc04.manuscriptcentral.com/esa-scielo>.

Thank you for submitting your manuscript to the Engenharia Sanitária e Ambiental.

Sincerely,
Engenharia Sanitária e Ambiental Editorial Office